

MUTILAÇÃO DE NADADEIRAS EM ACARÁS, *GEOPHAGUS BRASILIENSIS*, POR PIRANHAS, *SERRASALMUS SPILOPLEURA*

IVAN SAZIMA e JOSÉ P. POMBAL-JR.

Departamento de Zoologia, Universidade Estadual de Campinas,
13081 Campinas, São Paulo

(Com 4 figuras)

RESUMO

Mutilações de nadadeiras em acarás, *Geophagus brasiliensis*, por piranhas, *Serrasalmus spilopleura*, foram estudadas ao longo de um ano no rio Atibaia, São Paulo. A extensão de perda das nadadeiras variou de pequenos recortes a perda total do pedúnculo caudal. A regeneração das nadadeiras variou de acordo com a extensão da mutilação, podendo haver substituição total da área perdida em 1 a 6 semanas. Dificuldades na obtenção de alimento podem ocorrer, nos acarás mutilados, devido ao seu modo alimentar especializado ("fossar"). Parte das dificuldades é transitória, seja por regeneração da área perdida, seja por compensação comportamental, com uso das nadadeiras restantes. O efeito da mutilação é comparado ao de parasitose, prejudicando o desempenho dos peixes afetados. Houve aumento na incidência de mutilação durante a época seca, o qual pode estar relacionado a fatores agindo em conjunto: recrutamento de piranhas jovens após a época chuvosa; diminuição de vegetação aquática e marginal com conseqüente redução na disponibilidade de refúgios para os acarás; diminuição da turbidez da água e conseqüente melhoria nos ataques visualmente orientados das piranhas.

Palavras-chave: Predação mutilante, Cichlidae, Serrasalminae, sudeste brasileiro.

ABSTRACT

Fin-clipping by the piranha, *Serrasalmus spilopleura*, on the Brazilian eartheater, *Geophagus brasiliensis*

Fin damage in the Brazilian eartheater, *Geophagus brasiliensis*, by the piranha, *Serrasalmus spilopleura*, was studied throughout one year at the Rio Atibaia, São Paulo, southeastern Brazil. The extent of fin loss varied from small indentations to a total loss of caudal peduncle. Fin regeneration varied with the mutilation extent, total substitution of lost fin area occurring in 1 to 6 weeks. Mutilation may cause hindrances in feeding to eartheaters, due to their specialized foraging mode ("mouth-digging"). These troubles may be transitory, due fin

regeneration or to behavioural compensation by increased use of remainder fins. The effect of mutilation is compared to that of parasitism, by lowering the performance of crippled fish. There was an increase of fin damage during the dry season, which may be related to some factors acting in concert: young piranhas recruitment after the rainy season; aquatic and bank vegetation decrease with consequent loss in cover availability for the prey fish; water turbidity decrease with resultant improvement of piranhas visually oriented attacks.

Key words: Mutilating predation, Cichlidae, Serrasalminae, southeastern Brazil

INTRODUÇÃO

Alguns tipos de predadores retiram porções do corpo de presas vivas, sem matá-las nesse processo (Curio, 1976). Esse modo alimentar, denominado de mutilação, é melhor conhecido em peixes (Curio, 1976; Sazima, 1983). Diversas espécies de peixes mutilam outros peixes, podendo de suas presas retirar escamas, pele, porções de nadadeiras, filamentos branquiais (Roberts, 1972; Sazima, 1983). Consumo de nadadeiras, ou pterigiofagia, é conhecido em diversas espécies de Cichlidae na África (Fryer e Iles, 1972; Ribbink *et al.*, 1983) e Characiformes na África e América do Sul (Roberts, 1972; Géry, 1977).

As piranhas, Characidae neotropicais, são conhecidas como predadores mutilantes, alimentando-se de nadadeiras, escamas e outras porções do corpo de suas presas (Roberts, 1972; Goulding, 1980; Sazima e Machado, 1986; Northcote *et al.*, 1987), embora organismos pequenos possam ser ingeridos inteiros (Goulding, 1980). Em algumas regiões do Brasil, em especial no Nordeste, as mutilações produzidas por piranhas, *Serrasalmus rhombeus* e *S. nattereri*, prejudicam a pesca e a piscicultura (Braga, 1975). Na região Sudeste, pouco ou nada se sabe sobre o impacto da predação por piranhas, em rios ou represas. Northcote e colaboradores (1986, 1987) estudaram mutilação de nadadeiras em diversas espécies de peixes, pela piranha *Serrasalmus spilopleura* na represa de Americana, rio Atibaia, São Paulo. Estes estudos demonstraram, principalmente, que: (1) as diversas espécies de peixes apresentam diferenças em incidência e localização das mutilações, bem como extensão da perda da nadadeira caudal; (2) algumas espécies de peixes são submetidas a mutilação sucessiva ao longo do tempo ("cropping"); (3) um recurso alimentar, nadadeira caudal, é renovável até certo ponto.

O presente estudo trata de alguns aspectos de mutilação de nadadeiras em acarás *Geophagus brasiliensis* (Cichlidae), por piranhas *Serrasalmus spilopleura* (Characidae, Serrasalminae), na represa de Americana, rio Atibaia, São Paulo. São enfocados, principalmente: (1) grau de mutilação e tipo de regeneração; (2) inferência do tamanho do predador, em função do tipo de recorte; (3) variação sazonal em incidência e tipo de mutilações; (4) efeito cumulativo das mutilações, incluindo perda total da cauda. De certo modo, o estudo complementa o de Northcote *et al.* (1987), devido a uma convergência fortuita de interesses. O presente trabalho foi planejado e feito sem conhecimento do trabalho, concomitante, de Northcote *et al.* (1987), feito na mesma região e enfocando problema semelhante. Tal fato é devido, em parte, à pouca circulação de informações sobre pesquisas em andamento no Brasil, em diversas áreas de Biologia. O recente lançamento do "Informativo Ictiológico", da Sociedade Brasileira de Ictiologia, caso usado com critério, poderá minorar esse problema, ao menos na área de peixes.

PROCEDIMENTO

O trabalho de campo foi feito num trecho detido do rio Atibaia, na Represa de Americana, São Paulo (ca. 22°43'S, 47°14'W). Descrição do ambiente encontra-se em Northcote *et al.* (1985) e fotografia, em Sazima e Zampogno (1985). Capturas mensais, de cinquenta indivíduos de *G. brasiliensis*, foram feitas de agosto de 1984 a julho de 1985, totalizando 550 espécimes (de maio não há amostra). Os peixes foram capturados com tarrafa e seu comprimento-padrão (CP), medido com régua ictiológica. As mutilações nas nadadeiras caudal, anal, e dorsal (a partir do 9º raio espinhoso) foram registradas em formulário contendo os contornos da região posterior

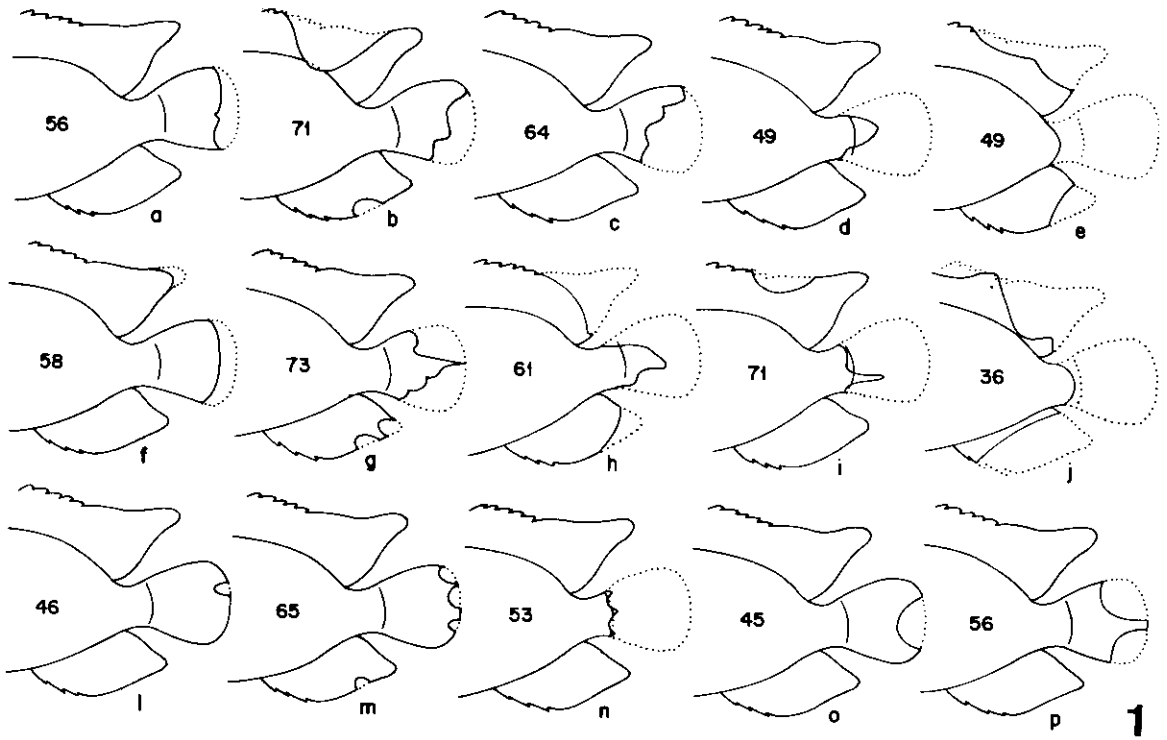


Fig. 1 - Contorno da região posterior do corpo de acarás, *Geophagus brasiliensis*, mostrando localização e grau de mutilação, bem como regeneração de nadadeiras, atingidas por mordidas de piranhas, *Serrasalmus spilopleura*, no rio Atibaia, São Paulo. A extensão da área perdida (<25% a >75%) é mostrada em a-e. O tipo de regeneração (regular a defeituosa, ou inexistente), em f-j. Mordeduras por piranhas cujos tamanhos podem ser inferidos são mostradas em l-p. A linha cheia representa a extensão da mutilação e a pontilhada, o contorno da nadadeira. Os números referem-se ao comprimento dos acarás (mm).

dos acarás (Fig. 1). Não foram consideradas mutilações em outras partes do corpo, por serem pouco frequentes (ca. 3%) e difíceis de quantificar pelo método usado. Os peixes foram manuseados dentro de bandeja com água e libertados, em seguida ao registro, do outro lado da barragem para evitar recapturas. O procedimento aqui adotado difere daquele de Northcote *et al.* (1987), tendo como vantagem o fato de não ser necessário matar os animais estudados. Por outro lado, a precisão na estimativa do dano nas nadadeiras é menor, fato irrelevante na análise aqui usada, pois as mutilações estão agrupadas em apenas 4 classes, de acordo com a área perdida das nadadeiras: < 25%; 25-50%; 51-75%; > 75%. Alguns dos acarás mutilados foram mantidos em aquários e alimentados "ad libitum", visando registrar modo e velocidade de regeneração de nadadeiras. Espécimes-testemunho de *G. brasiliensis* (8) e *S. spilopleura* (2) estão depositados na coleção de vertebrados ZUEC (Leviton *et al.*, 1985).

RESULTADOS

O grau e a localização das mutilações, nas nadadeiras caudal, anal e dorsal, variam desde pequenos recortes até extensos danos que incluem perda do pedúnculo caudal (Fig. 1). A extensão da área perdida na caudal está exemplificada em série crescente (Fig. 1: a-e), podendo haver perda com mais de 100% da cauda, inclusive o pedúnculo (Fig. 1e).

A regeneração da caudal variou de acordo com a área perdida e com a ausência ou a presença de lesões no pedúnculo caudal (Fig. 1: f-j). Assim, a regeneração pode vir a ser completa em perdas de até 75%, desde que o pedúnculo não tenha sido atingido (Fig. 1: c, f, g). Por outro lado, lesões no pedúnculo resultam em regeneração incompleta e deformações da nadadeira caudal (Fig. 1: d, h, i, n). Casos extremos, com perda parcial ou total do pedúnculo, impossibilitam regeneração da cauda (Fig. 1: e, j). Observamos regeneração total de cauda em 6 semanas, sendo que nada-

deiras atingidas por mutilações parciais (Fig. 1: a, b, o) regeneram em períodos de até 2 semanas. Nadadeiras atingidas por mutilações extensas, e. g., dorsal (Fig. 1h) demoram cerca de 4 semanas para regenerar. A frequência de perda do pedúnculo foi de 12,3% na amostra total.

O tamanho do predador pode ser inferido apenas nos casos de mordeduras simples, ilus-

tradas em sequência crescente (Fig. 1: l-o). Na sequência, é possível perceber que as nadadeiras caudais dos acarás foram mordidas por piranhas de tamanho crescente. Mordeduras simples podem também ocorrer nas nadadeiras anal (Fig. 1: b, g, m) ou, mais raramente, dorsal. O termo mordedura simples é usado para diferenciar os casos de mordeduras múltiplas ou cumulativas (Fig. 1: a, b, c, g) onde é impraticável inferir o tamanho do predador, devido à sobreposição dos recortes. (A inferência é feita comparando a amplitude do recorte com a largura da parte anterior da maxila de piranhas de diversos tamanhos). Mesmo em alguns casos de mordeduras simples, a inferência não é praticável, devido ao fato do recorte ter sido feito com um lado da maxila do predador (Fig. 1p), impossibilitando comparação do corte com a largura da maxila.

O efeito cumulativo de mordidas subsequentes é mais perceptível à medida que o tamanho da presa aumenta (Fig. 2), embora possa ocorrer em indivíduos jovens (Fig. 1: d, e, j).

Pode haver certa tendência sazonal nas mutilações, com aparente aumento durante a época seca (Fig. 3). Além disso, mordeduras atribuíveis a piranhas jovens (Fig. 1: g, l, m)

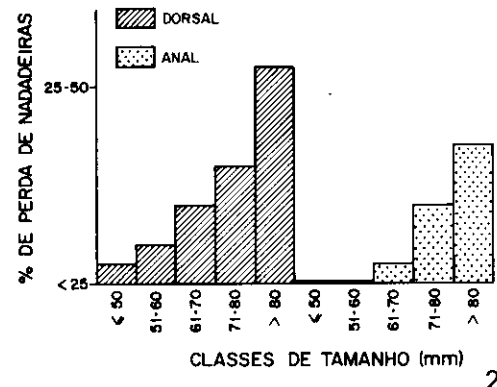


Fig. 2 – Efeito cumulativo de mordidas sucessivas por *Serrasalmus spilopleura*, sobre nadadeiras dorsal e anal, em diferentes classes de tamanho de *Geophagus brasiliensis*, no rio Atibaia, São Paulo.

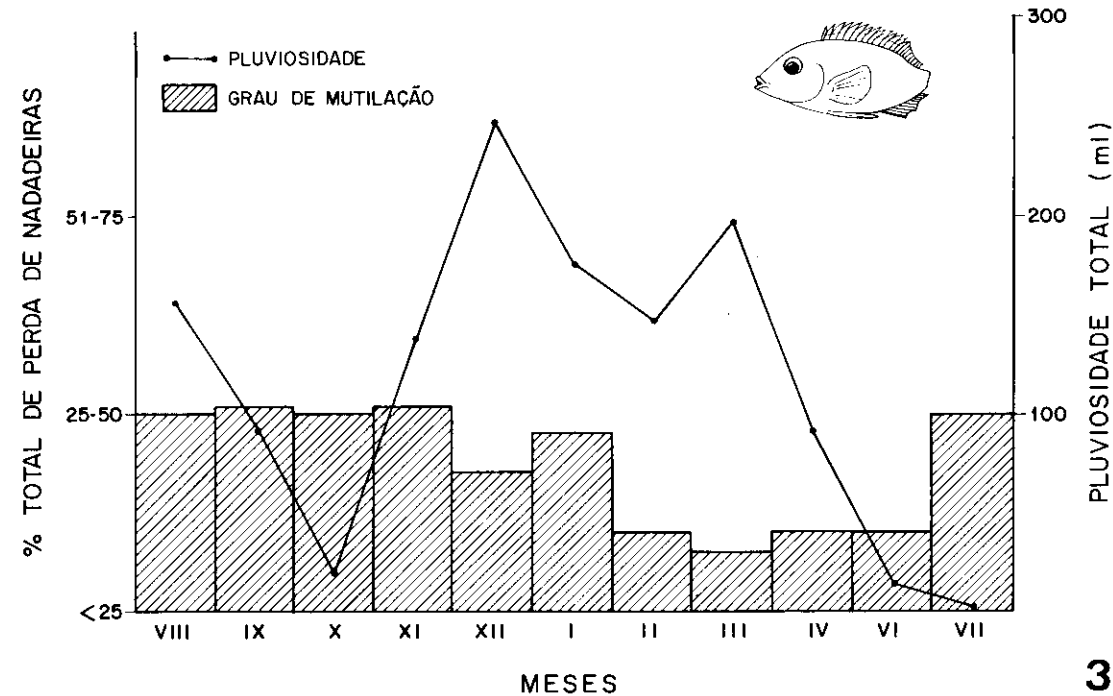


Fig. 3 – Variação, ao longo do ano, do total de área perdida de nadadeiras (%), em amostras mensais de 50 indivíduos, de *Geophagus brasiliensis* no rio Atibaia, São Paulo.

começaram a aparecer a partir de janeiro, sendo muito frequentes em fevereiro, continuando perceptíveis até junho.

DISCUSSÃO

No presente estudo, o grau e a localização das mutilações, nas nadadeiras de *Geophagus brasiliensis*, são semelhantes aos resultados obtidos por Northcote *et al.* (1987). Também, a frequência de indivíduos mutilados é semelhante nos dois estudos: Ca. 90% em Northcote *et al.* (1987) e 99,8% no presente trabalho.

Uma das consequências da perda parcial de nadadeiras, pressuposta por diversos autores (Fox, 1972; Goulding, 1980; Sazima, 1983; Northcote *et al.*, 1987), é a maior vulnerabilidade da presa mutilada a ataques subsequentes de piranhas ou outros tipos de predadores. Embora atraente, essa suposição não tem o apoio de dados experimentais ou observacionais, até onde é de nosso conhecimento. Northcote *et al.* (1987) supõem que acarás com perda total de cauda sejam prejudicados em deslocamentos rápidos, o que nos parece plausível, devido ao modo como esses peixes se locomovem. Entretanto, não parecem ser tão afetados em deslocamentos lentos, quando então compensam a ausência de cauda com movimentos ondulatórios das porções posteriores das nadadeiras dorsal e anal ou, em casos extremos, com as peitorais.

Adicionalmente, podem ser supostas diversas perturbações no modo de vida de acarás mutilados por piranhas, em especial durante a obtenção de alimento (e, talvez, durante encontros territoriais). Os acarás *Geophagus* e *Satanoperca* (gênero próximo) forrageiam fossando no substrato, em postura oblíqua mantida com auxílio de movimentos ondulatórios das nadadeiras peitorais, caudal e porções "moles" das nadadeiras dorsal e anal (Sabino, 1986; Sazima, 1986). Nestas circunstâncias, é plausível supor que, quanto maior o dano nas nadadeiras, tanto maior deverá ser a dificuldade em manobrar durante a alimentação. Testamos essa hipótese em *G. brasiliensis* mutilados por piranhas e mantidos em aquários, alimentados com oligoquetas *Tubifex* oferecidos em "bandejas" com compartimentos. Esse procedimento obrigava os acarás a manobrar para se alimentar, em postura oblíqua semelhante à adotada durante o fossar no substrato. Resul-

tados preliminares indicaram que, quanto maior for o grau de mutilação das nadadeiras, tanto maior será o tempo de "manipulação" de alimento, sugerindo que acarás mutilados tenham sua eficiência alimentar diminuída. Consequentemente, em termos de competição intra-específica, o efeito da mutilação pode ser comparado ao efeito exercido por parasitos, prejudicando o desempenho dos peixes afetados. Milinski (1984) encontrou redução na capacidade competitiva em peixes esgana-gata, *Gasterosteus aculeatus*, parasitados pelo cestódeo *Schistocephalus solidus* e comenta a necessidade de considerar a influência de parasitos, sobre as opções e soluções comportamentais de um dado animal. Acreditamos que a predação mutilante, por piranhas, possa também ser considerada como pressão seletiva importante no desempenho de peixes, e a pesquisa dos seus efeitos apresenta nova perspectiva em estudos de predação e defesa.

As dificuldades decorrentes da perda de parte das nadadeiras, ou sua totalidade, podem ser transitórias uma vez que haja regeneração. O ritmo de regeneração permite um retorno gradual, porém rápido, das funções das nadadeiras atingidas, caso não haja mutilação subsequente ou lesão na base da nadadeira. Por exemplo, quando o pedúnculo caudal é atingido pela mordida, a regeneração será mais lenta, parcial e defeituosa ou, em casos extremos, não existirá. Nos casos de perda total de cauda, observamos que o indivíduo mutilado compensa progressivamente a sua ausência, usando as nadadeiras restantes de modo diferente do habitual, tornando o seu nado mais eficiente com o passar do tempo.

A possibilidade de inferir o tamanho do predador, a partir do recorte feito, é limitada aos casos de mordeduras simples, pouco informando sobre as interações presa-predador, especialmente no caso de *G. brasiliensis*, espécie propensa a mordeduras múltiplas ou cumulativas (Northcote *et al.*, 1987). Entretanto, a identificação de mordeduras atribuíveis a jovens permite detectar o aparecimento de novos indivíduos na população de piranhas, os quais passam a mutilar o estoque de presas disponíveis no ambiente. Larvas de *S. spilopleura*, na represa de Americana, são encontradas em raios de aguapé a partir de novembro até abril, e indivíduos jovens abandonam gradualmente a vegetação, passando a mutilar nadadeiras de outros peixes (Sazima e Zamprogno, 1985). O

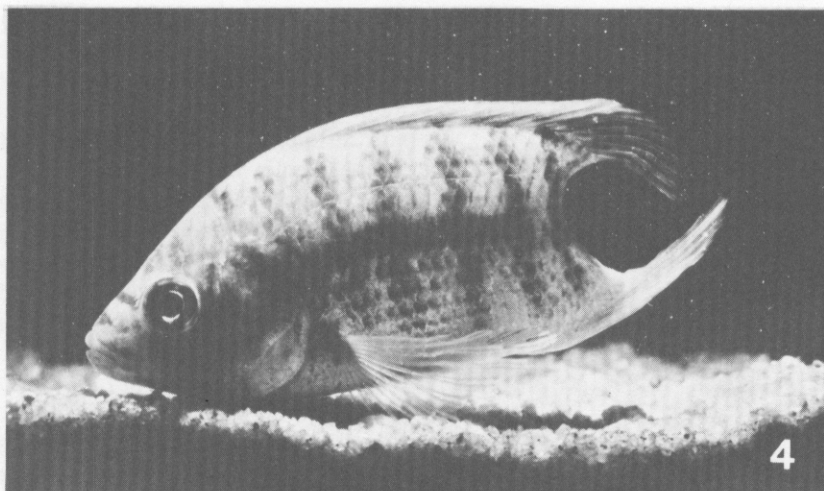


Fig. 4 – Indivíduo de *Tilapia rendalli*, mutilado na região posterior por mordida de *Serrasalmus spilopleura*. A mutilação, já cicatrizada, atinge o limite da cavidade abdominal.

encontro de marcas atribuíveis a piranhas jovens, no presente estudo, permite supor que os jovens passam a exercer certa pressão predatória na população de acarás, dois a três meses após seu nascimento.

A possível tendência sazonal nas mutilações, com aparente aumento durante a época seca, pode estar relacionada com vários fatores, agindo conjuntamente: (1) recrutamento de piranhas jovens após a época chuvosa, aumentando o número de predadores; (2) diminuição da vegetação aquática e marginal, com conseqüente menor disponibilidade de refúgios para as presas; (3) diminuição da turbidez da água, permitindo maior eficiência nos ataques visualmente orientados das piranhas. A primeira sugestão encontra apoio nos estudos de Sazima e Zamprogno (1985), sobre piranhas jovens. A segunda, nas observações de campo à época de estudo e, em especial, nas observações de O. Froehlich (comunicação pessoal), que encontrou maior abundância de acarás em meio e junto a vegetação marginal, que em áreas abertas, durante observações subaquáticas na represa de Americana. A terceira sugestão pode ser apoiada por observações nas águas limpas do Pantanal, Mato Grosso, onde *Serrasalmus spilopleura* apresenta comportamento de predador visualmente orientado, empregando as táticas de aproximação sorrateira e de dissimulação (Sazima e Machado, 1986).

O efeito cumulativo das mordidas na caudal, à medida que o acará cresce (“crop-

ping”), foi comentado por Northcote *et al.* (1987), sendo aqui reforçado pela análise das mutilações nas dorsal e anal. A frequência do percentual máximo de mutilação da caudal ($> 100\%$, Fig. 1: e, j) foi ca. de 12% no presente estudo. A ilustração em Northcote *et al.* (1987) mostra que o indivíduo de *G. brasiliensis*, com maior grau de mutilação, está menos atingido que o indivíduo mais mutilado de *Tilapia rendalli* (também Cichlidae). Resultados semelhantes obtivemos no presente estudo, onde consistentemente encontramos indivíduos de *Tilapia* sobreviventes a mutilações, já cicatrizadas, aparentemente mais graves que as encontradas em *Geophagus*. Em alguns casos extremos, a mutilação atingiu o limite da cavidade abdominal (Fig. 4). O indivíduo figurado estava aparentemente sadio e sobreviveu, em cativeiro, alimentando-se e crescendo bem. É possível que a tilápia seja mais resistente a mutilações que o acará, mas também parece plausível supor que, devido ao seu comportamento alimentar mais versátil, *Tilapia* consiga superar os transtornos da mutilação com mais facilidade que *Geophagus*, de comportamento alimentar mais especializado.

Ultrapassado um certo grau de mutilação, a presa não sobrevive (Fox, 1972; obs. pessoais), fato que limita tanto os estudos de Northcote *et al.* (1986; 1987), como o presente: esses estudos lidam com indivíduos aleijados, sobreviventes a ataques únicos ou sucessivos de piranhas. O impacto da predação mutilante por piranhas, sobre uma deter-

minada população de presas, somente será possível avaliar em estudos conjuntos, do tipo feito por Northcote *et al.* (1987) e o presente; observações do comportamento de predadores e presas no ambiente (Sazima e Machado, 1986; em preparação); análises de conteúdo estomacal (Northcote *et cols.*, em preparação); efeito das mutilações no modo de vida das presas (presente estudo; Sazima e Pombal-Jr, em preparação); além da oferta alimentar do ambiente. Após, talvez uma visão mais abrangente e compreensível surja, ao menos para *Serrasalmus spilopleura*, uma das muitas espécies de piranhas.

Agradecimentos - Este trabalho não seria possível sem a valiosa participação e o entusiasmo de Otávio C. de Oliveira. A Éllen Cordeiro e Marcos Rodrigues, agradecemos a ajuda no campo. A Otavio Froehlich, Virginia S. Uieda, José Sabino e Paulo S. Oliveira, as sugestões e leitura do manuscrito. A Esmeralda Z. Borghi, somos gratos pelo esmerado acabamento das ilustrações originais e a Marli Bicudo, pela cuidadosa datilografia do manuscrito. Alguns aspectos do estudo foram planejados e discutidos por ocasião da estada de Ivan Sazima junto a Arbeitsgruppe für Verhaltensforschung, na Ruhr-Universität Bochum, Alemanha: agradecimentos são devidos ao Prof. Dr. Eberhard Curio, pelas facilidades de trabalho na referida instituição e aos participantes do "Dienstag Kolloquium", pelas estimulantes discussões. FAPESP custeou a passagem aérea (Proc. Zoologia, 83/0235-0). Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq (Proc. 300992/79). Partes do estudo foram apresentadas no IV Encontro de Etologia, São Paulo (outubro de 1986), graças à insistência de Cesar Ades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, R.A., 1975, *Ecologia e etologia de piranhas no nordeste do Brasil (Pisces - Serrasalmus Lacépède, 1803)*. 2ª ed., Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza, 268 p.
- CURIO, E., 1976, *The ethology of predation*. Springer-Verlag, Berlin, 249 p.
- FOXX, R.M., 1972, Attack preferences of the red-bellied piranha (*Serrasalmus nattereri*). *Anim. Behav.* 20: 280-283.
- FRYER, G. and ILES, T.D., 1972, *The cichlid fishes of the great lakes of Africa, their biology and evolution*. Oliver and Boyd, Edinburgh, 641 p.
- GÉRY, J., 1977, *Characoids of the world*. T.F.H. Publications, Neptune City, 672 p.
- GOULDING, M., 1980, *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history*. Univ. California Press, Berkeley, 280 p.
- LEVITON, A.E., GIBBS JR., R.H., HEAL, E. and DAWSON, C.E., 1985, Standards in herpetology and ichthyology: Part I. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. *Copeia*, 1985: 802-832.
- MILINSKY, M., 1984, Parasites determine a predator's optimal feeding strategy. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 15: 35-38.
- NORTHCOTE, G.T., ARCIFA, M.S. and FROELICH, O., 1985, Effects of impoundment and drawdown on the fish community of a South American river. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 22: 2704-2711.
- NORTHCOTE, T.G., ARCIFA, M.S. and FROELICH, O., 1987, Fin-feeding by the piranha (*Serrasalmus spilopleura* Kner): the cropping of a novel resource. *Proc. 5th Congr. europ. Ichthyol.*, Stockholm, p. 133-143.
- NORTHCOTE, T.G., NORTHCOTE, R.G. and ARCIFA, M.S., 1986, Differential cropping of the caudal fin lobes of prey fishes by the piranha, *Serrasalmus spilopleura* Kner. *Hidrobiologia* 141: 199-205.
- RIBBINK, A.J., MARSH, B.A., MARSH, A.C., RIBBINK, A.C. and SHARP, B.J., 1983, A preliminary survey of cichlid fishes of rocky habitats in Lake Malawi. *South African J. Zool.* 18: 149-310.
- ROBERTS, T.R., Ecology of fishes in the Amazon and Congo basins. *Bull. Mus. Comp. Zool.* 143: 117-147.
- SABINO, J., 1986, Distribuição espacial, período de atividade e aspectos da biologia alimentar (hábitos e comportamento) dos peixes do curso do rio Indaia, bacia do Leste, Ubatuba-SP. *Monogr. bacharelado. Univ. S. Paulo, Ribeirão Preto*, 111 p.
- SAZIMA, I., 1983, Scale-eating in characoids and other fishes. *Env. Biol. Fish.* 9: 87-101.
- SAZIMA, I., 1986, Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. *J. Fish Biol.* 29: 53-65.
- SAZIMA, I. e MACHADO, F.A., 1986, Comportamento predatório e social de piranhas no Pantanal Matogrossense. *XIII Congr. Bras. Zool.* (resumos): 145.
- SAZIMA, I. and ZAMPROGNO, C., 1985, Use of water hyacinths as shelter, foraging place, and transport by young piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. *Env. Biol. Fish.* 12: 237-240.