
ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES EM UM RIACHO DO PARQUE ESTADUAL MORRO DO DIABO, BACIA DO ALTO RIO PARANÁ, SUDESTE DO BRASIL

Lilian Casatti

Biota Neotropica v2 (n2) – <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN02502022002>

Date Received 09/02/2002

Revised 11/14/2002

Accepted 11/23/2002

Laboratório de Ictiologia, Departamento de Zoologia e Botânica, IBILCE, Universidade Estadual Paulista (www.ibilce.unesp.br), Rua Cristóvão Colombo, 2265, 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil (e-mail: licasatti@hotmail.com)

Abstract – The trophic structure of a fish assemblage in a first order stream in the upper Paraná River basin was investigated using standard methods of diet analysis and underwater observations utilizing snorkeling. Three stretches of the Córrego São Carlos were studied. Eighteen fish species belonging to five orders and ten families were captured. The stomach analysis of 299 fishes revealed that 70% of the food items are autochthonous, 24% allochthonous, and 6% material of unidentifiable origin. Eighteen pairs of species (33%) showed significant feeding overlap, though this overlap does not necessarily indicate competition given the temporal and spatial segregation during foraging. Three feeding guilds were found. The invertivores included *Astyanax altiparanae*, *Moenkhausia sanctaefilomenae*, and *Oligosarcus pintoii*, whose diet demonstrated a predominance of allochthonous items, and *Rhamdia quelen*, *Trichomycterus* sp., *Corydoras aeneus*, and *Crenicichla britskii*, that had a predominance of autochthonous items in their diets. In this group, *A. altiparanae* and *M. sanctaefilomenae* are drift feeders, *R. quelen* is a benthic opportunistic predator, *Trichomycterus* sp. and *C. aeneus* are grubbers, and *O. pintoii* and *C. britskii* are ambush predators. The omnivore with a tendency to herbivory is represented by *Phalloceros caudimaculatus*, which feeds mainly on algae. The periphitivores included *Hisonotus* sp., *Hypostomus nigromaculatus*, and *H. ancistroides* that are grazers with a diet composed mostly of diatoms, chlorophytes, and organic matter. The results indicated that the fish assemblage in the Córrego São Carlos is structured at spatial, temporal, and trophic levels, and shows partitioning of the food resources. The addition of the fish species in each trophic guild along the stream is possibly due to the longitudinal increase of microhabitats that makes available more feeding sites.

Key words: stream fishes, feeding, spatial segregation, trophic segregation, resource partitioning

Resumo – Neste estudo foi investigada a estrutura trófica de uma comunidade de peixes de um riacho de primeira ordem na bacia do Alto Rio Paraná, empregando métodos habituais de análise da dieta combinados com observações naturalísticas. Três trechos do Córrego São Carlos foram estudados. Foram coletadas 18 espécies de peixes, pertencentes a cinco ordens e dez famílias. A análise de 299 estômagos mostrou que 70% dos itens alimentares são autóctones, 24% alóctones e 6% material de origem não identificada. Dezoito pares de espécies (33%) apresentaram sobreposição alimentar significativa, porém esta sobreposição não necessariamente indica competição em razão da segregação espacial e temporal observada na captura do alimento. Três guildas alimentares foram determinadas. Os invertívoros incluíram *Astyanax altiparanae*, *Moenkhausia sanctaefilomenae* e *Oligosarcus pintoii*, que apresentaram predominância de itens alóctones, e *Rhamdia quelen*, *Trichomycterus* sp., *Corydoras aeneus* e *Crenicichla britskii*, com predominância de itens autóctones. Neste grupo *A. altiparanae* e *M. sanctaefilomenae* são catadores de itens na coluna d'água, *R. quelen* é um predador oportunista bentônico, *Trichomycterus* sp. e *C. aeneus* são especuladores de substrato, *O. pintoii* e *C. britskii* são predadores de emboscada. Os onívoros com tendência à herbivoria foram representados por *Phalloceros caudimaculatus*, que se alimentou principalmente de algas. Os perifitívoros incluíram *Hisonotus* sp., *Hypostomus nigromaculatus* e *Hypostomus ancistroides*, pastadores com dieta composta principalmente por diatomáceas, clorofíceas e matéria orgânica. Os resultados aqui encontrados indicam que a comunidade de peixes no Córrego São Carlos se mostra estruturada em nível espacial, temporal e trófico, apresentando uso compartilhado dos recursos alimentares disponíveis. O acréscimo de espécies em cada categoria trófica ao longo do riacho possivelmente é um reflexo da crescente heterogeneidade longitudinal de micro-habitats na área, disponibilizando sítios de alimentação adicionais.

Palavras-chave: peixes de riacho, alimentação, segregação espacial, segregação trófica, partilha de recursos

1. Introdução

Historicamente, o conhecimento da alimentação de peixes de riachos, incluindo o uso de recursos e a influência dos componentes espaciais e temporais, tem subsidiado estudos sobre estruturação dessas comunidades e contribuído para a investigação de interações biológicas, tais como predação e competição (Esteves & Aranha, 1999). Nos últimos 20 anos, esse conhecimento tem sido aplicado mais diretamente na avaliação da integridade biótica de riachos, sendo utilizado como fonte de atributos para cálculos de índices de integridade biótica (Karr, 1981; Smogor & Angermeier, 1999). Para a aplicação correta destes índices é necessário conhecer a condição natural examinada nos chamados “riachos-referência”, ou seja, aqueles que apresentam o mínimo de influência antrópica possível (Hughes, 1995).

É bem sabido que os recursos aquáticos do Estado de São Paulo encontram-se seriamente impactados e, por esta razão, possíveis riachos-referência são quase que exclusivamente encontrados em áreas de conservação (*vide* Inventário Florestal do Estado de São Paulo, 2000), das quais o Parque Estadual Morro do Diabo se destaca por incluir a maior área de proteção ambiental (aproximadamente 34 mil hectares) da drenagem do Alto Rio Paraná no Estado de São Paulo (Clauset, 1999). Até recentemente a ictiofauna desse Parque nunca havia sido estudada. A presente autora e colaboradores estudaram quatro riachos do Parque Estadual Morro do Diabo, onde registraram 22 espécies de peixes (Casatti *et al.*, 2001). Um destes riachos, o Córrego São Carlos, foi investigado com maior detalhe em razão de ser o mais adequado para a realização de observações subaquáticas através de mergulho livre, uma abordagem especialmente interessante na obtenção de informações naturalísticas utilizadas na interpretação da alimentação da comunidade de peixes estudada (Sabino, 1999). O objetivo do presente estudo foi investigar a estrutura trófica dos peixes do Córrego São Carlos, um riacho-referência de primeira ordem na bacia do Alto Rio Paraná, empregando métodos habituais de análise da dieta combinados com observações naturalísticas.

2. Local de estudo

O Córrego São Carlos é um riacho de primeira ordem (1:50.000), com extensão aproximada de 5 km, afluente direto do Rio Paranapanema e corre em uma área de vegetação nativa caracterizada como Floresta Estacional Semi-decídua, pertencente ao Parque Estadual Morro do Diabo (Fig. 1), município de Teodoro Sampaio, Estado de São Paulo. O clima é tropical subquente úmido (Nimer, 1989) com uma estação seca, de abril a setembro (menor precipitação de 14,7 mm em maio 2000), e outra chuvosa, de outubro a março (maior precipitação de 361 mm em dezembro 2000). Três trechos equidistantes (100 m de extensão cada) e

representativos das porções superior, média e inferior foram escolhidos para a realização das observações subaquáticas e coleta dos peixes (Tabela 1).

Ao longo do riacho as margens são suavemente sinuosas, com trechos apresentando planícies cobertas por gramíneas (principalmente Commelinaceae e Poaceae) e pteridófitas (Pteridaceae, Polypodiaceae e Sellaginellaceae). Durante o período de estudo, a transparência horizontal da água variou de 2 a 2,75 m, a temperatura da água de 19,2 a 21,1°C, o pH de 6,81 a 7,98, a condutividade de 14,7 a 16,2 µS/cm e o oxigênio dissolvido de 8,8 a 10,9 mg/l.

3. Material e métodos

O trabalho de campo foi conduzido de junho de 2000 a março de 2001 em quatro viagens, regularmente distribuídas a cada três meses. Uma viagem preliminar foi realizada em março de 2000. Um total de 17 horas (13 horas diurnas e 4 noturnas) de mergulho livre foi realizado nos trechos médio e inferior, utilizando os métodos animal focal e “ad libitum” (Lehner, 1998), durante as quais foram registradas as seguintes variáveis: número de indivíduos de cada espécie, sua posição na coluna d’água, tipo de fundo, tática de forrageamento (cf. Curio, 1976; Keenleyside, 1979; Sazima, 1986 e Grant & Noakes, 1987), período e local de forrageamento. No trecho superior não foram realizadas observações subaquáticas em razão da pequena profundidade (máximo de 30 cm). O término do pôr-do-Sol foi considerado o limite entre dia e noite. Indivíduos avistados fora de abrigos (nadando, procurando alimento ou alimentando-se) foram considerados ativos, enquanto que aqueles abrigados ou estacionários durante a maior parte do período de observação foram considerados inativos (Gibran & Castro, 1999).

Na captura dos peixes foi empregado um esforço padronizado de coleta em cada viagem, que consistiu em utilizar duas peneiras (70 cm de diâmetro, 2,5 mm entre-nós) e uma rede de arrasto manual (2,5 mm entre-nós) por aproximadamente 40 minutos cada. Os peixes foram preservados em formalina a 10% e, após a fixação, transferidos para etanol 70%. As espécies consideradas residentes foram aquelas presentes em pelo menos 50% das coletas (Dajoz, 1983, modificado). A análise dos conteúdos estomacais seguiu Knöppel (1970). Para cada item alimentar foram calculadas a frequência de ocorrência (Bowen, 1992) e a composição percentual (Hynes, 1950). O termo peritívoro segue a definição de Uieda *et al.* (1997). O índice de sobreposição alimentar adotado foi o de Morisita modificado por Horn (1966), calculado com os valores de composição percentual dos itens alimentares agrupados em categorias amplas. Os valores considerados significativos foram aqueles $\geq 0,58$ (Linton *et al.*, 1981).

A similaridade entre a dieta das espécies estudadas foi calculada a partir dos valores de composição percentual

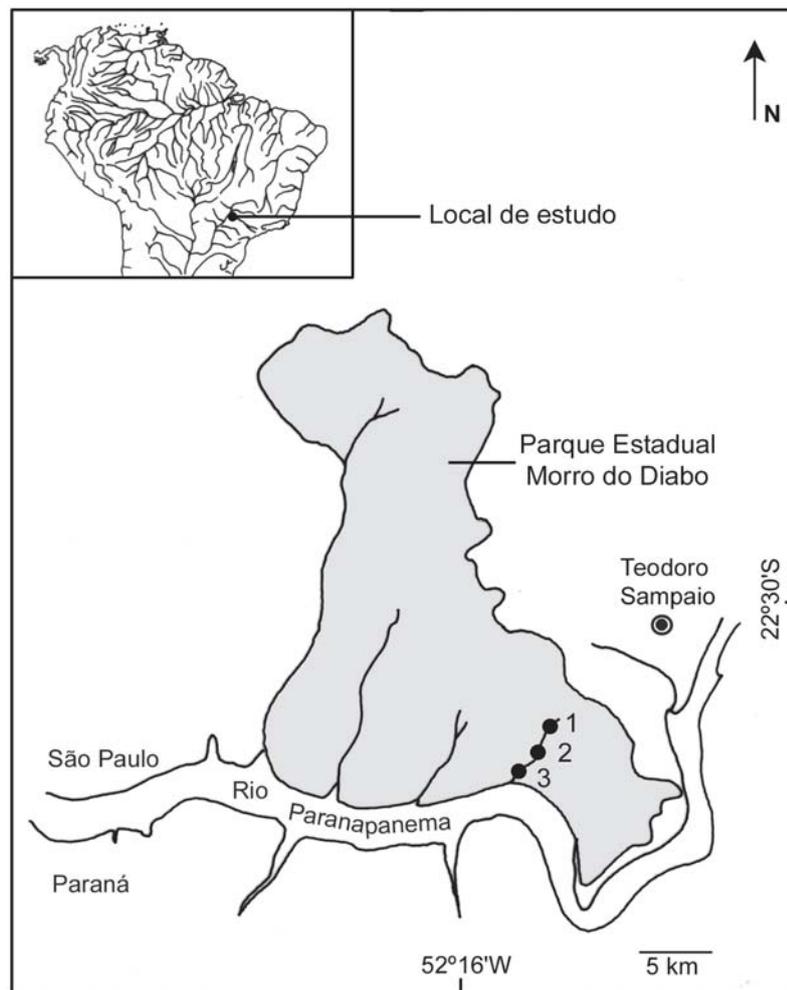


Figura 1. Localização do Córrego São Carlos, Parque Estadual Morro do Diabo, Estado de São Paulo, indicando os trechos superior (1), médio (2) e inferior (3).

Parâmetros	Superior	Médio	Inferior
Coordenadas	22°35'28.0"S 52°14'38.1"W	22°35'54.4"S 52°14'45.2"W	22°36'23.8"S 52°15'08.6"W
Altitude (m)	294	286	284
Velocidade média da corrente (m/s)	1,5	0,3	0,6
Composição predominante do fundo	rochas, seixos e cascalhos	areia, com seixos em pequenas corredeiras	areia, com troncos, galhadas e folhiço
Variação de largura (m)	0,8-2,6	0,9-3,6	1,3-3,9
Profundidade máxima (m)	0,3	0,5	0,9

Tabela 1. Caracterização dos trechos estudados no Córrego São Carlos, Parque Estadual Morro do Diabo, sudeste do Brasil.

através do método de aglomeração por ligação simples usando o coeficiente de Bray-Curtis (cf. Valentin, 1995), sendo o resultado exibido na forma de dendrograma. Este cálculo foi processado com auxílio do programa de computador BioDiversity-PRO (McAlecece *et al.*, 1997).

4. Resultados

4.1. Ictiofauna

Foram coletadas 18 espécies de peixes no Córrego São Carlos, pertencentes a cinco ordens e dez famílias, num total de 940 indivíduos e 1.671 g de biomassa. Do total de espécies coletadas, 11 foram consideradas residentes (Tabela 2), das quais as mais abundantes foram *Phalloceros caudimaculatus*, *Hypostomus nigromaculatus*, *Hisonotus* sp., *Trichomycterus* sp. e *H. ancistroides*. No trecho superior as espécies mais abundantes foram *Trichomycterus* sp. e *H. nigromaculatus*; no médio foram *P. caudimaculatus* e *H. nigromaculatus*; no inferior foram *Hisonotus* sp. e *P. caudimaculatus* (vide Tabela 2).

4.2. Comportamento alimentar e dieta

Dezesseis espécies de peixes foram observadas durante mergulho, para as quais foram registradas sete táticas alimentares (Tabela 3). A análise de 299 estômagos das 11 espécies residentes (Tabelas 4 e 5) mostrou que 70 % dos itens alimentares são autóctones, 24 % alóctones e 6% material de origem não identificada (Figura 2). Algas (diatomáceas e clorofíceas), fragmentos de vegetais superiores, larvas de insetos aquáticos (Diptera e Trichoptera) e bivalves representaram 86% dos itens de origem autóctone, enquanto que Hymenoptera (Formicidae) representou 61% dos itens de origem alóctone. Não foram encontradas diferenças sazonais na ocorrência dos itens alimentares.

De acordo com a similaridade entre a composição percentual das dietas das espécies analisadas três guildas alimentares foram estabelecidas (Figura 3). Não foi possível realizar uma análise comparativa da dieta dos peixes entre os trechos amostrados, pois algumas espécies foram numericamente pouco representadas. Ao longo do riacho as três guildas alimentares foram representadas, variando apenas em sua composição (Tabela 6). Dezoito pares de espécies (33% dos casos de sobreposição) apresentaram sobreposição alimentar significativa (Tabela 7).

4.2.1. Invertívoros

Neste grupo foram incluídas sete espécies de peixes que ingeriram principalmente insetos. No dendrograma de similaridade entre as dietas (Figura 3) nota-se também maior semelhança entre as espécies de acordo com a origem do

alimento. Os caracídeos se alimentam principalmente de itens alóctones (Formicidae) enquanto que os siluriformes e o ciclídeo se alimentam principalmente de itens autóctones (larvas aquáticas de Diptera e Trichoptera).

Os lambaris, todos de hábito alimentar diurno, apresentaram elevada sobreposição alimentar. *Oligosarcus pintoi* é um predador de emboscada (“ambush predator”, cf. Sazima, 1986) enquanto que *M. sanctaefilomenae* e *A. altiparanae* praticam com mais frequência (95% dos registros) a cata de itens arrastados pela corrente (“drift-feeding”, cf. Grant & Noakes, 1987). *Oligosarcus pintoi* permanece nadando lentamente em poços mais profundos junto de remansos marginais e, quando percebe alguma partícula alimentar, desloca-se rapidamente em um único impulso para abocá-la. *Astyanax altiparanae* forma grupos de até 30 indivíduos que nadam à meia-água coletando partículas arrastadas pela corrente; em algumas ocasiões foram avistados investindo contra raízes submersas de gramíneas marginais. Durante a noite, os indivíduos de *A. altiparanae* permanecem estacionários nos poços mais profundos do riacho; porém, em duas ocasiões no período noturno, adultos dormentes foram observados capturando insetos que submergiam na água, vindos da vegetação ripária. *Moenkhausia sanctaefilomenae*, formando grupos de três a quatro indivíduos, foi avistada ocupando posições marginais dos cardumes de *A. altiparanae*.

Rhamdia quelen, *Trichomycterus* sp. e *C. aeneus*, também com alta sobreposição alimentar entre si, capturam alimento junto ao fundo do riacho. A primeira espécie forrageia a partir do anoitecer, entre rochas, sem revolver o substrato (“crepuscular-nocturnal bottom predator”, cf. Sazima, 1986), enquanto que *Trichomycterus* sp. e *C. aeneus* alimentam-se durante o dia. Neste processo revolvem superficialmente o substrato à procura de presas que são abocadas rapidamente através de sucção (“hunting speculation” cf. Curio, 1976 e “grubbers excavating while moving”, cf. Sazima, 1986). *Crenicichla britskii* apresentou sobreposição alimentar com a maioria das espécies invertívoras, com os maiores valores observados para *R. quelen*, *Trichomycterus* sp. e *C. aeneus*. Durante o dia ocupa principalmente abrigos junto de raízes submersas da vegetação marginal, apresenta-se semi-estacionária, com coloração disruptiva e captura suas presas através da tática de emboscada.

4.2.2. Onívoro com tendência à herbivoria

Os itens ingeridos por *Phalloceros caudimaculatus* foram principalmente de origem autóctone. Algas e fragmentos de vegetais superiores corresponderam a 71% da dieta, contra 29% representados por microcrustáceos (Copepoda e Cladocera) e insetos aquáticos, o que justifica a classificação de *P. caudimaculatus* nesta guilda alimentar. A elevada participação de algas e vegetais superiores na

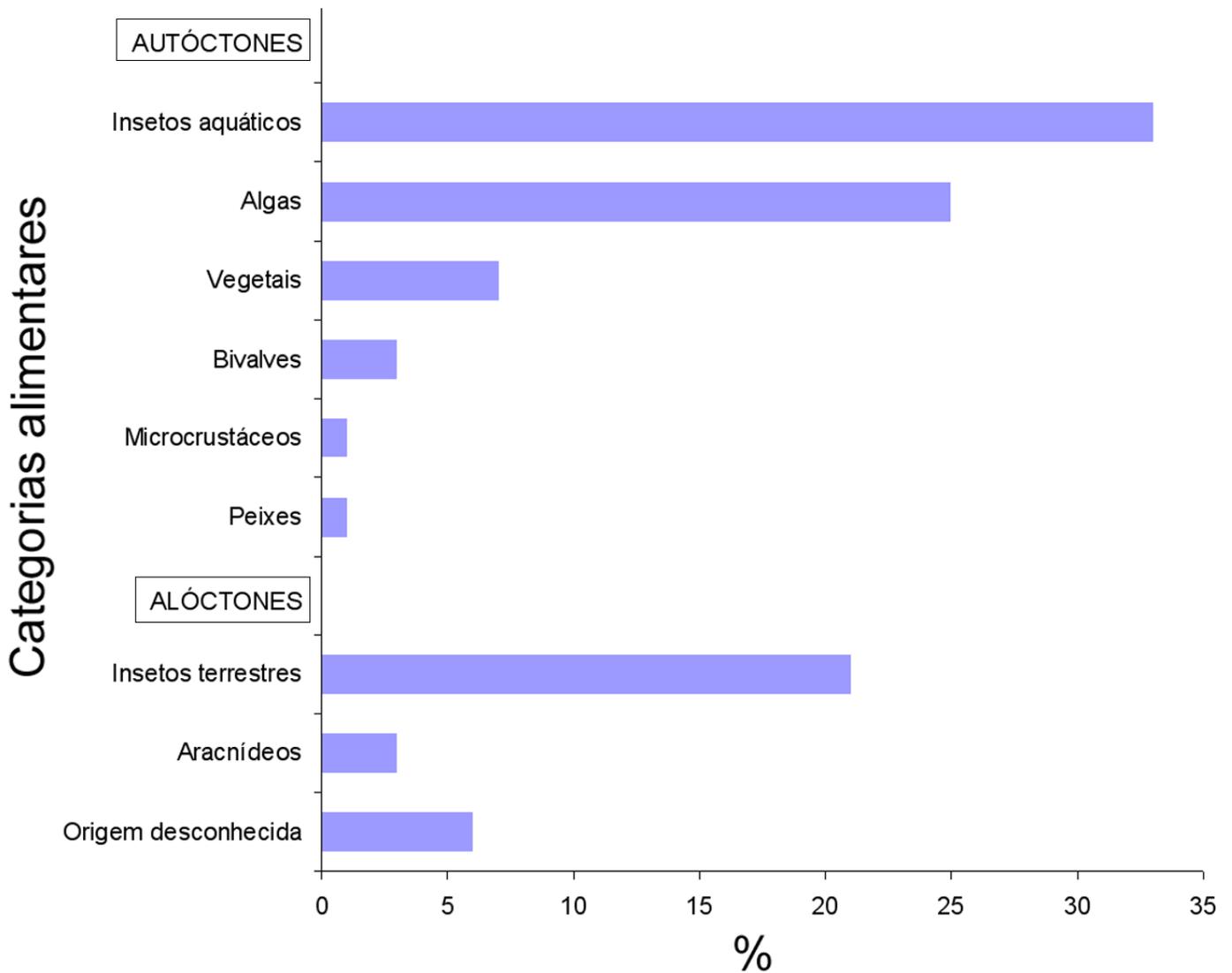


Figura 2. Diagrama de barras da composição percentual das dietas combinada de 11 espécies de peixes no Córrego São Carlos com os itens alimentares agrupados em categorias ecológicas amplas.

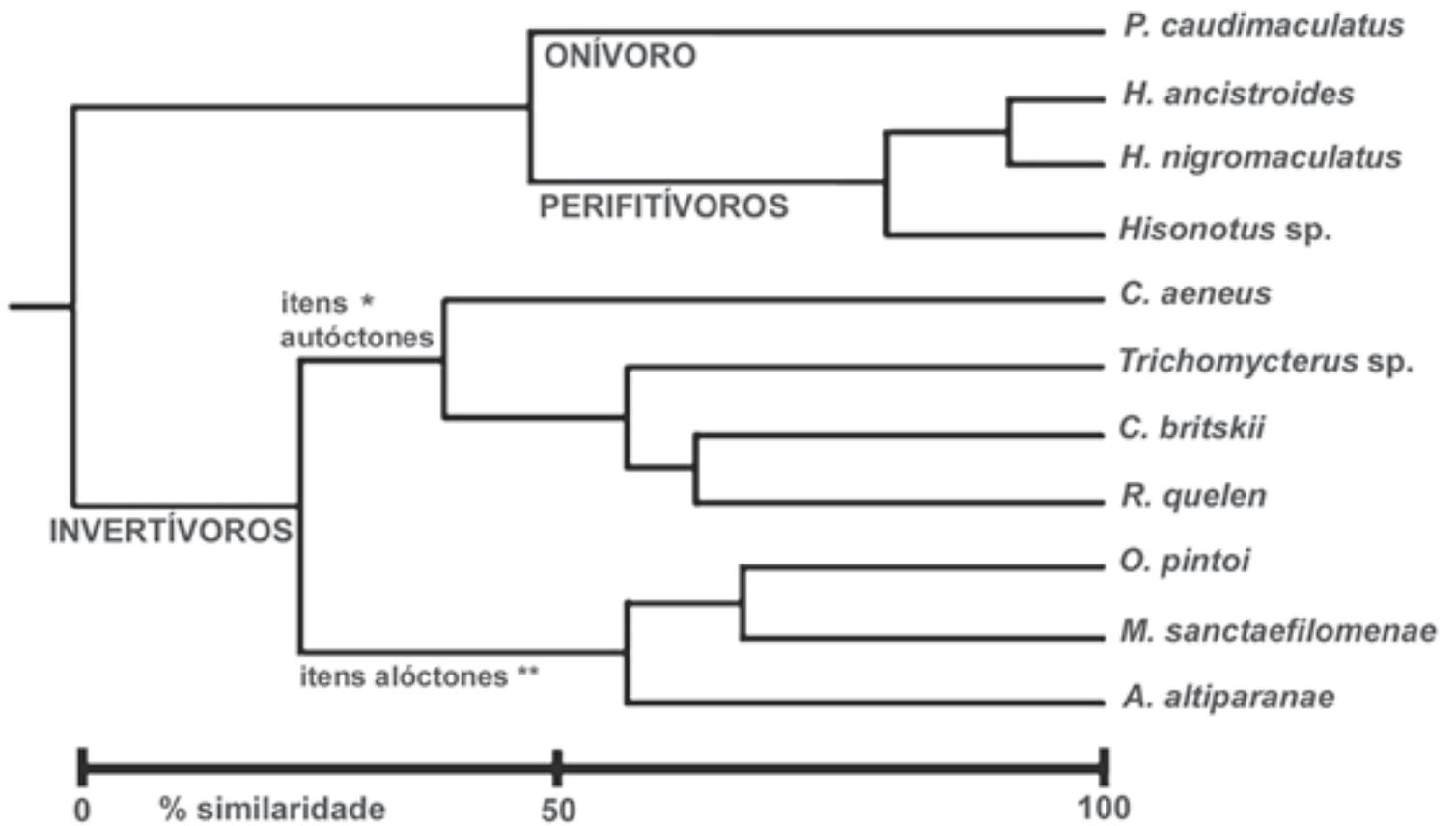


Figura 3. Dendrograma de similaridade sobre os valores de composição percentual da dieta de 11 espécies de peixes no Córrego São Carlos. * Predominância de larvas aquáticas de insetos, ** predominância de insetos terrestres.

Espécies por trecho	Constância de ocorrência	Estação seca	Estação chuvosa	Total
Superior				
<i>Rhamdia quelen</i>	50	-	4	4
<i>Trichomycterus</i> sp.	100	36	71	107
<i>Hisonotus</i> sp.	25	2	-	2
<i>Hypostomus ancistroides</i>	50	1	1	2
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	100	76	87	163
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	100	12	21	33
	Subtotal	127	184	311
Médio				
<i>Oligosarcus pintoii</i>	25	-	2	2
<i>Rhamdia quelen</i>	75	7	2	9
<i>Trichomycterus</i> sp.	100	5	15	20
<i>Hisonotus</i> sp.	100	13	10	23
<i>Hypostomus ancistroides</i>	100	7	14	21
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	100	11	21	32
<i>Corydoras aeneus</i>	50	1	1	2
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	100	39	96	135
<i>Synbranchus marmoratus</i>	25	-	1	1
	Subtotal	83	162	245
Inferior				
<i>Hoplias malabaricus</i>	25	-	1	1
<i>Astyanax altiparanae</i>	75	4	3	7
<i>Astyanax</i> sp.	25	1	-	1
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	100	7	7	14
<i>Oligosarcus pintoii</i>	100	12	5	17
<i>Characidium</i> sp.	25	-	1	1
<i>Imparfinis mirini</i>	25	2	-	2
<i>Phenacorhamdia hohenei</i>	25	-	1	1
<i>Rhamdia quelen</i>	50	3	1	4
<i>Pimelodella</i> aff. <i>gracilis</i>	25	1	-	1
<i>Hisonotus</i> sp.	100	79	62	141
<i>Hypostomus ancistroides</i>	100	29	36	65
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	100	4	6	10
<i>Corydoras aeneus</i>	100	7	10	17
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	100	11	81	92
<i>Crenicichla britskii</i>	75	2	8	10
	Subtotal	162	222	384
	Total	372	568	940

Tabela 2. Espécies de peixes, constância de ocorrência (%) e número de exemplares coletados nos trechos estudados do Córrego São Carlos, Parque Estadual Morro do Diabo, sudeste do Brasil, nas estações seca e chuvosa.

Táticas alimentares	Espécies	Períodos	Micro-habitats
Predadores de emboscada	<i>Hoplias malabaricus</i> *	crepúsculo vespertino	água, entre raízes submersas da vegetação marginal
	<i>Oligosarcus pintoii</i>	dia	meia água, em pequenos poços junto às margens
	<i>Crenicichla britskii</i>	dia	meia água, entre raízes submersas da vegetação marginal
Catadores de itens arrastados pela corrente	<i>Astyanax altiparanae</i>	dia	meia água, no meio do canal
	<i>Astyanax</i> sp. *	dia	meia água, junto às margens
	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	dia	meia água, junto às margens e também entre agrupamentos de <i>A. altiparanae</i>
Cata de itens na superfície	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	dia	na superfície, em poços rasos junto às margens
Predador de espreita	<i>Characidium</i> sp. *	dia	no fundo, entre rochas
Especuladores de substrato	<i>Trichomycterus</i> sp.	dia	no fundo, entre rochas
	<i>Corydoras aeneus</i>	dia	no fundo arenoso em pequenos poços junto às margens
	<i>Imparfinis mirini</i> *	noite	no fundo, entre rochas
	<i>Phenacorhamdia hohenei</i> *	noite	no fundo, entre rochas e entre raízes submersas da vegetação marginal
Predador bentônico oportunista	<i>Rhamdia quelen</i>	crepúsculo vespertino e noite	no fundo, em poços mais profundos
Pastadores	<i>Hisonotus</i> sp.	dia	pousados sobre a vegetação marginal submersa
	<i>Hypostomus ancistroides</i>	noite	pousados sobre rochas junto ao fundo ou sobre galhadas submersas
	<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	crepúsculo vespertino e noite	pousados sobre rochas junto ao fundo

Tabela 3. Táticas alimentares, períodos do dia e micro-habitats preferenciais de forrageamento de 16 espécies observadas durante mergulhos no Córrego São Carlos, Parque Estadual Morro do Diabo, sudeste do Brasil. Asteriscos (*) indicam espécies ocasionais.

Itens	<i>Astyanax aliparanae</i>	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	<i>Oligosarcus pintoii</i>	<i>Rhamdia quelen</i>	<i>Trichomycterus</i> sp.	<i>Corydoras aeneus</i>	<i>Crenicichla britski</i>
N	7	14	17	8	59	17	8
CP (mm)	22,6-76,5	51,3-66,8	23,9-75,2	32,7-110,0	18,0-60,3	30,1-44,0	25,0-103,6
Nvaz	-	2	1	1	3	1	-
<i>Nnem</i>	-	-	-	1	-	-	8
<i>Nareia</i>	-	-	-	-	3	13	-
Itens alóctones	fo/cp	fo/cp	fo/cp	fo/cp	fo/cp	fo/cp	fo/pc
Araneae	14,2/8,3	14,3/11,1	11,7/9,1	12,5/7,7	1,7/0,7	-	-
Hemiptera	-	-	11,7/9,1	-	-	-	-
Hymenoptera	42,8/25,1	78,6/61,1	41,2/31,9	12,5/7,7	1,7/0,7	5,9/4,3	40,0/19,0
Coleoptera	-	-	5,9/4,5	-	-	-	-
Diptera	14,2/8,3	-	-	-	1,7/0,7	-	-
Trichoptera	14,2/8,3	-	11,7/9,1	-	1,7/0,7	-	-
Orthoptera	-	-	5,9/4,5	-	-	-	-
Fragmentos de insetos terrestres	28,5/16,7	-	5,9/4,5	-	3,4/1,4	11,8/8,7	-
Itens autóctones							
Bivalvia	-	-	-	-	-	47,0/34,8	-
Ninfas de Odonata	-	-	-	-	-	-	20,0/9,5
Larvas de Lepidoptera	-	-	-	-	5,1/2,1	-	-
Larvas de Coleoptera	-	7,1/5,6	5,9/4,5	-	18,6/7,7	-	-
Larvas de Diptera	-	7,1/5,6	5,9/4,5	50,0/30,8	79,7/33,1	64,7/47,9	70,0/33,3
Larvas de Trichoptera	28,5/16,7	21,4/16,6	23,5/18,3	50,0/30,8	66,1/27,5	5,9/4,3	30,0/14,3
Ninfas de Ephemeroptera	-	-	-	-	38,9/16,2	-	-
Ninfas de Plecoptera	-	-	-	-	1,7/0,7	-	-
Fragmentos de insetos aquáticos	-	-	-	-	3,4/1,4	-	30,0/14,3
Peixes/escamas	-	-	-	-	8,5-3,5	-	-
Origem indeterminada							
Matéria vegetal	14,2/8,3	-	-	12,5/7,7	-	-	10,0/4,8
Matéria animal	14,2/8,3	-	-	25,0/15,3	1,7/0,7	-	10,0/4,8

Tabela 4. Número de exemplares examinados (N), intervalo de comprimento padrão (CP), número de estômagos vazios (Nvaz), número de estômagos com Nematoda parasitas (Nnem), número de estômagos com grãos de areia (Nareia), frequência de ocorrência (fo) e composição percentual (cp) dos itens encontrados na dieta das espécies de peixes invertívoras.

Itens	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	<i>Hisonotus sp.</i>	<i>Hypostomus ancistroides</i>	<i>Hypostomus nigromaculatus</i>
N	40	40	39	40
CP (mm)	14,4-28,9	17,9-36,7	28,3-85,2	18,9-65,5
Nvaz	-	-	-	-
Nnem	-	-	-	-
Nareia	12	20	25	21
Itens autóctones	fo/cp	fo/cp	fo/cp	fo/cp
Euglenophyceae	22,5/6,1	-	-	2,5/1,0
Cyanophyceae (filamentosa)	57,5/15,4	2,5/1,0	-	5,0/2,0
Bacillariophyceae	82,5/22,1	100,0/43,0	100,0/47,5	97,5/39,4
Chlorophyta	32,5/8,7	45,0/20,0	74,3/35,4	87,5/35,3
Copepoda	22,5/6,1	-	-	-
Cladocera	12,5/3,3	-	-	-
Diptera	37,5/10,1	-	-	-
Trichoptera	2,5/0,7	-	-	-
Fragmentos de insetos aquáticos	35,0/9,4	-	-	-
Escamas	10,0/2,7	-	-	-
Origem indeterminada				
Fragmentos de vegetais superiores	57,5/15,4	45,0/20,0	-	-
Matéria orgânica	-	37,5/16,0	35,9/17,1	55,0/22,3

Tabela 5. Número de exemplares examinados (N), intervalo de comprimento padrão (CP), número de estômagos vazios (Nvaz), número de estômagos com Nematoda parasitas (Nnem), número de estômagos com grãos de areia (Nareia), frequência de ocorrência (fo) e composição percentual (cp) dos itens encontrados na dieta das espécies de peixes onívoros e perifívoros.

Guildas	Superior	Médio	Inferior
Onívoros	<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (33)	<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (135)	<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (92)
Perifívoros	<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (163)	<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (32)	<i>Hisonotus sp.</i> (141)
	<i>Hisonotus sp.</i> (2)	<i>Hisonotus sp.</i> (23)	<i>Hypostomus ancistroides</i> (65)
	<i>Hypostomus ancistroides</i> (2)	<i>Hypostomus ancistroides</i> (21)	<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (10)
Invertívoros	<i>Trichomycterus sp.</i> (107)	<i>Trichomycterus sp.</i> (20)	<i>Oligosarcus pintoii</i> (17)
		<i>Rhamdia quelen</i> (9)	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> (14)
		<i>Oligosarcus pintoii</i> (2)	<i>Corydoras aeneus</i> (17)
		<i>Corydoras aeneus</i> (2)	<i>Crenicichla britskii</i> (10)
			<i>Astyanax altiparanae</i> (7)
		<i>Rhamdia quelen</i> (4)	

Tabela 6. Composição das guildas alimentares referente à comunidade de peixes do Córrego São Carlos ao longo do gradiente longitudinal. Entre parênteses está informado o número de indivíduos coletados.

	Aalti	Msanc	Opint	Rquel	Trich	Caene	Cbrits	Hison	Hanci	Hnigro
Msanc	0,95*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Opint	0,95*	0,99*	-	-	-	-	-	-	-	-
Rquel	0,46	0,52	0,48	-	-	-	-	-	-	-
Trich	0,30	0,45	0,42	0,90*	-	-	-	-	-	-
Caene	0,40	0,52	0,50	0,77*	0,78*	-	-	-	-	-
Cbrits	0,52	0,63*	0,61*	0,96*	0,95*	0,82*	-	-	-	-
Hison	0,06	0	0	0,08	0	0	0,03	-	-	-
Hanci	0	0	0	0	0	0	0	0,95*	-	-
Hnigro	0	0	0	0	0	0	0	0,96*	0,99*	-
Pcaudi	0,10	0,14	0,13	0,31	0,31	0,28	0,32	0,88*	0,86*	0,88*

Tabela 7. Valores de sobreposição alimentar entre as espécies de peixes do Córrego São Carlos, Parque Estadual Morro do Diabo, sudeste do Brasil. Valores $\geq 0,58$ são considerados significativos (indicados por *). Aalti (*Astyanax altiparanae*), Msanc (*Moenkhausia sanctaefilomenae*), Opint (*Oligosarcus pintoii*), Rquel (*Rhamdia quelen*), Trich (*Trichomycterus sp.*), Caene (*Corydoras aeneus*), Cbrits (*Crenicichla britskii*), Hison (*Hisonotus sp.*), Hanci (*Hypostomus ancistroides*), Hnigro (*Hypostomus nigromaculatus*).

dieta de *P. caudimaculatus* também está refletida na sobreposição alimentar apresentada entre esta espécie e as perifívoras. A captura do alimento se dá durante o dia, em remansos rasos, junto às margens, onde grupos de 5-15 indivíduos nadam ativamente contra a correnteza, próximos à superfície, catando pequenos itens arrastados pela corrente e na superfície (“drift-feeding” cf. Grant & Noakes, 1987 e “surface picking”, cf. Sazima, 1986).

4.2.3. Perifívoros

As três espécies de cascudos mostraram elevada sobreposição alimentar e ingeriram quase que exclusivamente perifíton. Todas utilizam a tática de pastejo (“grazing”, cf. Keenleyside, 1979) na qual os peixes ficam apoiados sobre rochas, troncos e vegetais submersos, de onde raspam a matriz perifítica. Nos estômagos analisados, algas apresentaram maior frequência de ocorrência, dentre as quais se destacam as diatomáceas bentônicas (principalmente *Tabellaria*, *Navicula*, *Pinnularia* e *Bacillaria*) e clorofíceas (principalmente *Spirogyra*, *Oedogonium* e *Mesotaenium*).

No Córrego São Carlos, *Hisonotus sp.* forrageia durante o dia. Essa espécie utiliza as nadadeiras pares para manter sua estabilidade quando está aderida a folhas, galhos ou raízes submersas. Enquanto raspa com a boca, faz breves interrupções para se deslocar por curtas distâncias,

geralmente de uma folha à outra. *Hypostomus nigromaculatus* forrageia ativamente a partir da metade do dia até o início da noite, em áreas mais correntosas entre saibros e cascalhos, deixando a parte posterior do corpo ondular pela correnteza. *Hypostomus ancistroides* começa a atividade de forrageio com o início da noite, principalmente junto às margens, sobre galhos e troncos submersos, onde os indivíduos ficam aderidos pela boca enquanto raspam, apresentando as nadadeiras peitorais distendidas o que, provavelmente, auxilia na sua estabilidade. Enquanto raspam, os indivíduos de *H. ancistroides* e *H. nigromaculatus* camuflam sobre o substrato, por homocromia.

5. Discussão

A importância do aporte de material alóctone para a alimentação dos peixes de riachos é bem documentada na literatura (vide Saul, 1975; Angermeier & Karr, 1984; Lowe-McConnell, 1999; Sabino & Castro, 1990; Henry *et al.*, 1994; Sabino & Zuanon, 1998; Castro, 1999). Apesar de alguns trabalhos (Costa, 1978; Moyle & Senanayake, 1984; Uieda *et al.*, 1997 e presente estudo) registrarem a maior participação de itens autóctones nos estômagos (algas e invertebrados aquáticos), de fato estes itens são dependentes de nutrientes advindos da matéria orgânica

carreada da vegetação ripária, considerada a base da cadeia trófica em ecossistemas de riachos (Gregory *et al.*, 1991), o que acentua a importância da conservação de áreas ripárias para as comunidades aquáticas (Angermeier & Karr, 1984).

Representantes das três guildas alimentares foram encontrados em todos os trechos estudados do Córrego São Carlos (*vide* Tabela 6). Dentre os perifívoros, *H. nigromaculatus* apresenta constância decrescente ao longo do riacho e, dentre os invertívoros, o mesmo foi constatado para *Trichomycterus* sp. Essas duas espécies, de hábitos reofílicos, possuem micro-habitats bastante específicos e ocorrem quase que exclusivamente em corredeiras que, por sua vez, são progressivamente mais raras em sentido jusante. As demais espécies de perifívoros e invertívoros apresentam constância crescente ao longo do riacho provavelmente em função da adição longitudinal de micro-habitats e, portanto, da adição de sítios disponíveis para alimentação, favorecendo espécies que exploram ativamente a coluna d'água (p. ex. *A. altiparanae* e *M. sanctaefilomenae*) e outras que exploram substratos arenosos (*C. aeneus*) e poços marginais (*C. britskii*). Esses resultados apontam para uma correlação positiva entre heterogeneidade de habitat, diversidade de peixes e complexidade de suas relações (cf. Schlosser, 1982).

No Córrego São Carlos, 33% dos pares de espécies utilizam recursos alimentares semelhantes, porém essa sobreposição não necessariamente invoca a existência de competição por alimento, podendo ser reflexo tanto da disponibilidade destes recursos (Hurlbert, 1978), que são diferencialmente partilhados (Ross, 1986), quanto do grau de inclusividade taxonômica de cada categoria alimentar utilizada na análise. No Brasil, estudos que envolvem a biologia alimentar de peixes de riachos (p. ex. Sabino & Castro, 1990; Aranha *et al.*, 1993; Buck & Sazima, 1995; Uieda *et al.*, 1997; Aranha *et al.*, 1998; Casatti & Castro, 1998) exemplificam casos em que ocorre partilha de recursos, apesar da existência de alguma sobreposição alimentar. Em adição, a inferência sobre a existência de sobreposição alimentar através de métodos indiretos deve considerar que a resolução taxonômica alcançada na identificação dos itens alimentares pode ser insuficiente para esclarecer como se caracterizam as presas ingeridas em termos de distribuição espacial e temporal. Este cuidado certamente influencia a interpretação de como ocorre a partilha de recursos e a estruturação das comunidades (*vide* Longenecker, 2001).

Apesar da semelhança na dieta das espécies invertívoras, a combinação de diferentes micro-habitats, períodos de atividade e táticas utilizadas na captura do alimento certamente minimiza o efeito da sobreposição alimentar e representa uma situação comumente encontrada em riachos tropicais (*vide* Moyle & Senanayake, 1984; Sabino & Castro, 1990; Sabino & Zuanon, 1998; Aranha *et al.*, 1998; Casatti & Castro, 1998).

A única espécie onívora, *P. caudimaculatus*, foi comum aos três trechos. Essa ampla distribuição ao longo do riacho estudado pode estar associada à sua flexibilidade alimentar, visto que essa espécie foi a que apresentou maior variabilidade de itens alimentares em termos de categorias ecológicas. Apesar de ter sido registrada apenas a cata de itens arrastados pela correnteza, a presença de fragmentos de vegetais superiores em 57,5% dos estômagos analisados indica que esta espécie também pode praticar a poda, conforme Sabino & Castro (1990) observaram em um riacho litorâneo do Brasil. Além disso, a elevada frequência de diatomáceas bentônicas nos estômagos analisados pode também indicar a captura do alimento junto ao fundo.

Dentre os cascudos o período de forrageamento e os micro-habitats explorados se combinam de forma distinta para cada uma das três espécies. Provavelmente o formato mais hidrodinâmico de *H. nigromaculatus* favorece o forrageamento em áreas mais correntosas, o que se reflete no fato desta espécie ser uma das mais bem sucedidas no trecho superior. Semelhante segregação espacial foi verificada por outros autores entre *Microlepidogaster* sp., *Hypostomus garmani* e *Harttia* sp. no Alto rio São Francisco (Casatti & Castro, 1998); entre *Ancistrus* sp., *Harttia kronei*, *Kronichthys subteres* e *Schizolecis guntheri* em um riacho de Mata Atlântica (Buck & Sazima, 1995) e entre *Hypostomus* sp., *Microlepidogaster* sp. e *H. ancistroides* em um riacho da bacia do Alto rio Paraná (Uieda *et al.*, 1997). No caso específico da comunidade de pastadores perifívoros, a evolução deste padrão de exploração espacial diferencial parece também diluir o impacto da predação sobre a comunidade de algas, apesar deste ser um recurso relativamente abundante em riachos (Uieda *et al.*, 1997).

Assim, a comunidade de peixes no Córrego São Carlos mostra-se estruturada em nível espacial, temporal e trófico, apresentando uso partilhado dos recursos alimentares disponíveis. Se existe competição interespecífica por alimento, essa interação não foi detectada. Além disso, o acréscimo de espécies em cada categoria trófica ao longo do riacho possivelmente é um reflexo da crescente heterogeneidade longitudinal de micro-habitats na área, disponibilizando sítios de alimentação adicionais (cf. Schlosser, 1982; Angermeier & Karr, 1984). Trabalhos dessa natureza em sítios-referência específicos permitem compreender como se estruturam as comunidades de peixes e fornecer importantes informações subsidiárias para estudos de impactos pontuais e restauração (Barbour *et al.*, 1996).

6. Agradecimentos

Agradeço Hertz F. Santos, Katiane M. Ferreira, Luiz S. F. Martins, Renata Stopiglia e Humberto F. Mendes pelo auxílio no campo; Katiane M. Ferreira pelo auxílio com a identificação de algas; Alex L. A. Melo pelo auxílio com a

identificação de vegetais; Ricardo M. C. Castro, Francisco Langeani, Flávio A. Bockmann e Marcelo R. Britto pelo auxílio com a identificação de espécies de peixes; Instituto Florestal-SP, IBAMA, Parque Estadual Morro do Diabo e Departamento de Biologia FFCLRP-USP pelo apoio durante a realização deste trabalho; Virgínia S. Uieda pela leitura crítica do manuscrito; Richard P. Vari pela revisão do Abstract. Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) dentro do Programa BIOTA/FAPESP - O Instituto Virtual da Biodiversidade (www.biota.org.br) - através do Projeto Temático "Diversidade de peixes de riachos e cabeceiras da bacia do Alto rio Paraná no Estado de São Paulo, Brasil" (processos nº 98/05072-8, 00/01919-8) e pelo Projeto PRONEX "Conhecimento, Conservação e Utilização Racional da Diversidade da Fauna de Peixes do Brasil" (FINEP/CNPq nº 661058/1997-2). A autora recebe auxílio financeiro da FAPESP (processos nº 01/13340-7, 02/05996-2).

7. Referências bibliográficas

- ANGERMEIER, P.L. & KARR, J.R. 1984. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Env. Biol. Fish.* 9:117-135.
- ARANHA, J.M.R., CARAMASCHI, E.P. & CARAMASCHI, U. 1993. Ocupação espacial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacépède (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no Rio Alambari (Botucatu, São Paulo). *Revta bras. Zool.* 10:453-466.
- ARANHA, J.M.R., TAKEUTI, D.F. & YOSHIMURA, T.M. 1998. Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 46:951-959.
- BARBOUR, M.T., GERRITSEN, J., SNYDER, B.D. & STRIBLING, J.B. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. Second edition. EPA 841-B-99-002. U. S. Environmental Protection Agency; Office of Water, Washington, D.C.
- BOWEN, S.H. 1992. Quantitative description of the diet. In *Fisheries techniques* (L.A. Nielsen & D.L. Johnson, eds.). American Fisheries Society, Bethesda, p. 325-336.
- BUCK, S. & SAZIMA, I. 1995. An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 6:325-332.
- CASATTI, L. & CASTRO, R.M.C. 1998. A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 9:229-242.
- CASATTI, L., LANGEANI, F. & CASTRO, R.M.C. 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto rio Paraná, SP. *Biota Neotropica* 1:1-15.
- CASTRO, R.M.C. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In *Ecologia de Peixes de Riachos: Estado Atual e Perspectivas* (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril, P.R. Peres-Neto, eds.). *Oecologia Brasiliensis*, v. VI, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 139-155.
- CLAUSET, L.R. 1999. Paisagem paulista: áreas protegidas. Empresa das Artes, São Paulo.
- COSTA, W.J.E.M. 1987. Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, rio Mato Grosso, Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna & Environm.* 22:145-153.
- CURIO, E. 1976. *The ethology of predation*. Springer, Berlin.
- DAJOZ, R. 1983. *Ecologia geral*. Ed. Vozes, São Paulo.
- ESTEVEVES, K.E. & ARANHA, J.M.R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos. In *Ecologia de Peixes de Riachos: Estado Atual e Perspectivas* (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril, P.R. Peres-Neto, eds.). *Oecologia Brasiliensis*, v. VI, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 157-182.
- GIBRAN, F.Z. & CASTRO, R.M.C. 1999. Activity, feeding behaviour and diet of *Ogcocephalus vespertilio* in southern west Atlantic. *J. Fish Biol.* 55:588-595.
- GRANT, J.W.A. & NOAKES, D.L.G. 1987. A simple model of optimal territory size for drift-feeding fishes. *Can. J. Zool.* 65:270-276.
- GREGORY, S.V., SWANSON, F.J., MCKEE, W.A. & CUMMINS, K.W. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *Bioscience* 41:540-551.
- HENRY, R., UIEDA, V.S., AFONSO, A.A.O. & KIKUCHI, R.M. 1994. Input of allochthonous matter and structure of fauna in a Brazilian headstream. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25:1866-1870.
- HORN, H.S. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Am. Nat.* 100:419-424.
- HUGHES, R. M. 1995. Defining acceptable biological status by comparing with reference conditions. In *Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making* (W.S. Davis & T.P. Simon, eds.). CRC Press Inc., Florida, p. 31-47.
- HURLBERT, S.H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59:67-77.
- HYNES, H.B.N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 19:36-57.
- INVENTÁRIO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2000. Instituto Florestal, Governo do Estado de São Paulo e Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- KARR, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6:21-27.

- KEENLEYSIDE, M.H.A. 1979. Diversity and adaptation in fish behaviour. Springer, Berlin.
- KNÖPELL, 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. Garland STPM Press, London, 672 pp.
- LINTON, L.R., DAVIES, R.W. & WRONA, F.J. 1981. Resource utilization indices: an assessment. *J. An. Ecol.* 50:283-292.
- LONGENECKER, K. 2001. The role of food in the community structure of reef fishes. Abstracts 81st. Annual Meeting of the American Society of Ichthyologists & Herpetologists, State College, EUA, p. 89.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais (A.M. de A. Vazzoler, A.A. Agostinho & P.T.M. Cunnhingam, trad.), EDUSP, São Paulo.
- McALECEE, N., LAMBSHEAD, P.J.D., PATERSON, G.L.J. & GAGE, J.G. 1997. BioDiversity Professional. Beta-Version. The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Sciences.
- MOYLE, P.B. & SENANAYAKE, F.R. 1984. Resource partitioning among the fishes of rainforest streams in Sri Lanka. *J. Zool. Lond.* 202:195-223.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República e IBGE, Rio de Janeiro.
- ROSS, S.T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia* 1986:352-388.
- SABINO, J. 1999. Comportamento de peixes em riachos: métodos de estudo para uma abordagem naturalística. In *Ecologia de Peixes de Riachos: Estado Atual e Perspectivas* (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril, P.R. Peres-Neto, eds.). *Oecologia Brasiliensis*, v. VI, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 183-208.
- SABINO, J. & CASTRO, R.M.C. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). *Rev. Brasil. Biol.* 50:23-36.
- SABINO, J. & ZUANON, J. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 8:201-210.
- SAUL, W.G. 1975. An ecological study of fishes at a site in upper Amazonian Ecuador. *Proc. Nat. Acad. Sci. Phila.* 127:93-134.
- SAZIMA, I. 1986. Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. *J. Fish. Biol.* 29:53-65.
- SCHLOSSER, I.J. 1982. Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. *Ecol. Monogr.* 52:395-414.
- SMOGOR, R.A. & ANGERMEIER, P.L. 1999. Relations between fish metrics and measures of anthropogenic disturbance in three IBI regions in Virginia. In *Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities* (T.P. Simon, ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 585-610.
- UIEDA, V.S., BUZZATO, P. & KIKUCHI, R.M. 1997. Partilha de recursos alimentares em peixes em um riacho de serra no sudeste do Brasil. *An. Acad. Bras. Ci.* 69:243-252.
- VALENTIN, J.L. 1995. Agrupamento e ordenação. In *Tópicos em tratamentos de dados biológicos* (P.R. Peres-Neto, J.L. Valentin & F.A.S. Fernandez, eds.). *Oecologia Brasiliensis*, v. II, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 25-55.

Título: Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, sudeste do Brasil.

Autora: Lilian Casatti

Biota Neotropica, Vol. 2, number 2: 2003

<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN02502022002>

ISSN 1676-0603

Recebido em 02/09/2002

Revisado em 14/11/2002

Publicado em 23/11/2002