

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VANESSA MARIA RIBEIRO

**OS EFEITOS DO SUBSTRATO E DENSIDADES NA PREDACÃO DE LARVAS DE
CHIRONOMIDAE POR *Corydoras paleatus* (JENYNS, 1842): UMA ANÁLISE
EXPERIMENTAL**

**CURITIBA
2010**

VANESSA MARIA RIBEIRO



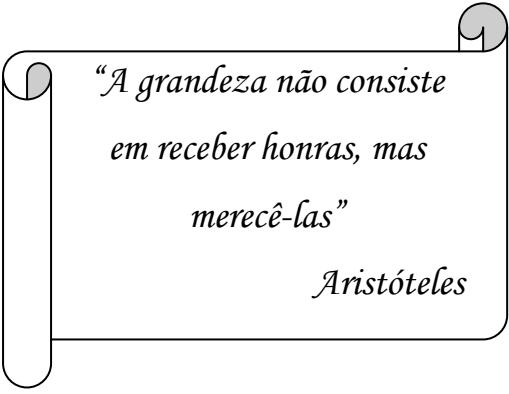
**OS EFEITOS DO SUBSTRATO E DENSIDADES NA PREDACÃO DE LARVAS DE
CHIRONOMIDAE POR *Corydoras paleatus* (JENYNS, 1842): UMA ANÁLISE
EXPERIMENTAL**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Osvaldo Moura

Co-orientador: Prof. Dr. José Marcelo Rocha Aranha

**CURITIBA
2010**



*“A grandeza não consiste
em receber honras, mas
merecê-las”*

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças e iluminado meu caminho para que eu pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais Leonildo e Cleusa, meus primeiros professores e pessoas nas quais eu sempre me espelhei, por todo amor e apoio, por sempre acreditarem em mim, pelas horas ao meu lado não me deixando desistir e mostrando que sou capaz de chegar onde desejo. Não podia deixar de agradecer também pelos lanchinhos entre àquelas horas intermináveis de estudo, e por muitas vezes vocês serem os patrocinadores das minhas pesquisas.

Ao meu irmão Vagner pela cumplicidade, por todos os chocolates e por conseguir me animar em todos os momentos. A minha cunhada Fernanda pela amizade, pelos conselhos, pelas longas conversas confortadoras e por compartilhar comigo os dilemas da nossa profissão e, ao meu sobrinho Danilo que ainda nem chegou e já é essencial na minha vida.

A todos os meus familiares, que mesmo não acompanhando tão de perto, sempre estiveram comigo. Em particular à Karen e a Euza por sempre me acolherem e me divertirem, e ao meu avô Narcízio pela constante preocupação.

A todos os meus amigos pelo companheirismo e amizade, principalmente aqueles que estiveram sempre do meu lado (Jule, Lu, Talles, Karin, Thali, Lucimary, Japa, Di, Dani, Cami, Tony, Samuca). Cada festa, cada reuniãozinha na casa de alguém ou nos corredores da zoo, cada comemoração, cada saída de campo, cada almoço juntos no R.U. foram especiais e essenciais. Vocês tornaram meus dias mais felizes!

Ao meu sanduba (Guinho, Fer, Karin, Elinho e Bruninha) pela verdadeira amizade e por todos os momentos maravilhosos que passamos e ainda vamos passar juntos.

Em especial, quero agradecer meus amigos Vini, Ligia e Brenda que se tornaram, ao longo destes 5 anos, meus verdadeiros irmãos. Esta trajetória não seria tão prazerosa e divertida sem vocês. Obrigada por existirem na minha vida, por estarem sempre comigo e por sempre me darem forças pra continuar. Vocês são os amigos que todos gostariam de ter, amo vocês!

A todo o pessoal do Laboratório de Ecologia de Rios: Su, Karine, Dé, Ana, Thais e Fagner, pelos dias mais divertidos que passei ao lado de vocês e que já estão deixando saudades.

A todos os professores que me acompanharam nesta jornada e que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento profissional. Em especial quero agradecer meu orientador Maurício, pelos ensinamentos, dedicação e paciência, e ao Marcelo do Laboratório de Dinâmica Ecológica por me ajudar com as análises estatísticas e gráficos. Também de modo especial agradeço aos meus eternos professores e amigos Ana Tereza, Márcia e Marcelo pelas orientações na vida profissional e pessoal.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para que este trabalho fosse realizado, a todos de forma geral que passaram pela minha vida, acadêmica e pessoal, e sempre torceram pelo meu sucesso, meu sincero e eterno Muito Obrigada!

Com carinho,
Vanessa

RESUMO

São muitos os processos envolvidos na estrutura de uma comunidade, sendo a interação de características abióticas e bióticas de suma importância. Interações específicas como a predação podem ter um papel regulador nesta estrutura. A predação tem sido apontada como fator determinante para a ocupação espacial de microhabitats por peixes. Estudos de interações, em ambiente natural podem ser muito complexos, enquanto estudos experimentais podem fornecer respostas específicas. O presente trabalho teve por finalidade avaliar experimentalmente a influência do tipo de substrato, densidade do predador e da presa na predação de larva de Chironomidae por peixes. Foi utilizada a espécie *Corydoras paleatus* como predador e larvas da espécie *Chironomus sancticaroli*, como presa. Os experimentos foram realizados em aquários de 20cmx30cm com 10cm de altura, cada um foi montado com 1cm de substrato areia, cascalho ou folhiço. Foram utilizadas duas diferentes densidades de larvas: Alta (75) e baixa (15), as larvas foram acomodadas nos aquários e, após 4 horas, foram inseridos 1 ou 5 exemplares de *C. paleatus*, mantidos anteriormente em jejum por 3 dias. Cada experimento foi feito duas vezes e duração de 12 horas, sendo os aquários cobertos por tela para evitar a deposição de material alóctone que pudesse servir de alimento para os peixes. Foram utilizados, no total, 72 indivíduos de peixes e 1080 de larvas. Os indivíduos de *C. paleatus* foram fixados em formol 10%, e tiveram o conteúdo gastrointestinal analisado para contagem do número de larvas predadas por cada peixe. Para análise estatística foi realizado o teste de Variância Fatorial de duas vias e teste de Tukey através do programa Statistica 6.0. Resultados mostram com 95% de confiança, que a eficiência de predação é influenciada pelo tipo de substrato ($p < 0,05$), assim como pelas densidades de predador e presa, estando estas variáveis agindo separadamente. Em condições de alta densidade de presa e predador a maior eficiência de predação foi registrada no substrato areia, fato justificado pela menor complexidade estrutural deste e, pela ocupação natural de *C. paleatus* em locais com fundo arenoso. Nas mesmas condições não foi detectada diferença significativa entre os substratos folhiço e cascalho, estando estes, quando comparados à areia, oferecendo maior proteção à presa, já que exibem menor eficiência de predação. Em condições de baixa densidade de presa e predador não houve diferença entre as taxas de predação nos três substratos. A ocupação de um microhabitat deve estar relacionada ao grau de proteção que este oferece à presa e o grau de sucesso do predador no forrageamento, sendo estabelecidos, neste estudo, quais os substratos preferenciais para ambos.

Palavras-chave: Eficiência de predação, substrato, relação predador/presa.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – <i>Corydoras paleatus</i> , espécie de peixe utilizada como predador na realização dos experimentos.....	7
FIGURA 2 – Ilustração de membro da família Callichthyidae, com destaque a suas principais características morfológicas.....	8
FIGURA 3 – Larva de <i>Chironomus sancticaroli</i> , espécie de Diptera utilizada como presa na realização dos experimentos.....	9
FIGURA 4 – Cápsula cefálica esclerotizada de <i>Chironomus sancticaroli</i> , a imagem está aumentada em 400x.....	11
FIGURA 5 – Desenho amostral dos experimentos realizados	12
FIGURA 6 – Interação da eficiência de predação de <i>Corydoras paleatus</i> sobre <i>Chironomus sancticaroli</i> em três diferentes substratos (areia, folhiço e cascalho) e duas densidades de predador (alta-5 e baixa-1).....	18
FIGURA 7 – Interação da eficiência de predação de <i>Corydoras paleatus</i> sobre <i>Chironomus sancticaroli</i> em três diferentes substratos (areia, folhiço e cascalho) e duas densidades de presa (alta-75 e baixa-15)	18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Experimentos e seus respectivos substratos, densidade de predador e presa e, contabilização do número de cápsulas cefálicas encontradas durante triagem de substrato e análise gastrointestinal de predadores para cada um deles.....	16
TABELA 2 – Resultados da Análise de variância do efeito do tipo de substrato (Fator A), densidade de predador (Fator B) e interações na eficiência de predação de <i>Corydoras paleatus</i>	17
TABELA 3 – Resultados da Análise de variância do efeito do tipo de substrato (Fator A), densidade de presa (Fator B) e interações na eficiência de predação de <i>Corydoras paleatus</i>	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. METODOLOGIA	7
3.1 O PREDADOR	7
3.2 A PRESA.....	9
3.3 DESENHO EXPERIMENTAL	12
3.4 PROCEDÊNCIA DO MATERIAL E PROCEDIMENTOS.....	13
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	14
4. RESULTADOS	15
5. DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Diversos modelos teóricos foram construídos para explicar a estruturação de comunidades. Neste contexto, diversos autores têm atribuído grande importância estruturadora aos fatores abióticos (e.g. GORMAN & KARR, 1978; SCHLOSSER, 1982a e b; MOYLE & VONDRACEK, 1985; KLEEREKOPER, 1990; UIEDA & GAJARDO, 1996; BRANCO & NECCHI Jr., 1997; FERREIRA & CASATTI, 2006).

Segundo BRANCO & NECCHI JR. (1997) a avaliação da dinâmica longitudinal das variáveis físicas e químicas dos rios podem facilitar a compreensão das características ecológicas (como seleção de habitat, variação temporal, etc.) de diversos grupos de organismos. Isso ocorre porque as condições abióticas de um ambiente influenciam a capacidade de colonização e persistência dos organismos de sistemas lóticos.

Dentre as variáveis abióticas de maior importância para ambientes aquáticos estão temperatura, oxigênio dissolvido, o tipo de substrato, profundidade e velocidade da corrente (BEISEL *et al.*, 1998; BUENO *et al.*, 2003). No entanto, a maioria destes atributos abióticos está interrelacionada de forma complexa (MINSHALL & MINSHALL, 1977; LAMBERTI & RESH, 1979; STATZNER *et al.*, 1988; JOWETT & RICHARDSON, 1990), sendo difícil discriminar o efeito de cada variável sobre a estrutura da comunidade em sistemas naturais (BEISEL *et al.*, 1998).

O tipo de substrato, por exemplo, pode ser um fator limitante na composição da fauna, por dificultar ou facilitar o estabelecimento de algumas espécies (BUENO *et al.*, 2003) e tem sido utilizado como um preditor da abundância e diversidade de macroinvertebrados bentônicos (MINSHALL, 1984; ORMEROD & EDWARDS, 1987; JOWETT & RICHARDSON, 1990; DOWNES *et al.*, 2000; NICOLA *et al.*, 2010). Entretanto, a profundidade pode influenciar a estabilidade estrutural do substrato, tal que quanto maior a profundidade mais estável o substrato será. No entanto, é possível que o aumento de profundidade reduza a iluminação do substrato, podendo afetar negativamente à distribuição de grupos de organismos (HUGUES, 1966a e b; DUDGEON, 1988; SWEENEY, 1993).

Da mesma maneira, a velocidade de corrente pode determinar o tamanho das partículas que compõe o substrato, causando efeito na distribuição e remoção de nutrientes (BUENO *et al.*, 2003). Segundo DEGANI e colaboradores (1993) a velocidade da correnteza é positivamente relacionada à diversidade e riqueza taxonômica de invertebrados. Sob condições de baixa velocidade de fluxo, a capacidade de transporte de sedimentos é também diminuída. Essa diminuição pode causar uma simplificação de habitats, removendo parte da ocorrência potencial de microhabitats. Embora não exista consenso, é possível que nestas condições a densidade de macroinvertebrados bentônicos seja reduzida (NUTTALL & BIELBY, 1973; LENAT *et al.*, 1981; RUTHERFOLD & MACKAY, 1986; COBB & FLANNAGAN, 1990). Contudo, estas circunstâncias podem também beneficiar certos organismos pelo aumento no fornecimento de alimento (PECKARSKY & PENTON, 1990).

Embora a variação ambiental física e química seja fundamental na determinação dos padrões, composição de espécies, riqueza e abundância de comunidades aquáticas, as interações bióticas também são processos que podem gerar estrutura (HILDREW & TOWNSEND, 1987; STATZNER, 1987; TOWNSEND & HILDREW, 1994). Assim, é provável que a escolha de habitat provavelmente envolva mais do que a preferência por condições físicas e químicas (PECKARSKY, 1979).

Assim, o papel dos fatores bióticos, mesmo que eventualmente pontual, pode ser importante em comunidades próximas do equilíbrio (*e.g.* SCHÖENER, 1974; FOX, 1977; ALLAN, 1995). Neste cenário, interações como competição intra-específica e interespecífica como predação, parasitismo e mutualismo, são mecanismos determinantes da distribuição e abundância das espécies (JONES *et al.*, 1994).

A disponibilidade de nutrientes está claramente relacionadas à estrutura das comunidades (BEISEL *et al.*, 1998; GULIS E SUBERKROPP, 2003, CROSS *et al.*, 2006). Historicamente, o conhecimento da alimentação das espécies, incluindo o uso de recursos e a influência dos componentes espaciais e temporais, subsidiou estudos sobre estruturação de comunidades e contribuiu para a investigação de interações biológicas, como competição e predação (ESTEVES & ARANHA, 1999).

Mesmo não envolvendo interações tróficas diretas, os organismos podem afetar a estruturação da comunidade, ao criar, modificar ou manter habitats,

modulando a disponibilidade de recursos a outras espécies (JONES, *et al.*, 1994; LAWTON & JONES, 1995). Em riachos, interações indiretas podem ter um papel importante como fonte de heterogeneidade ambiental (UIEDA, 1999). Em especial, a perturbação biológica dos sedimentos é uma ação ampla e importante, com uma série de organismos atuando como processadores de sedimento em áreas geográficas distintas (FLECKER, 1996). Neste contexto, peixes (POWER, 1984; 1990; FLECKER, 1992; 1996; 1997) e camarões (PRINGLE *et al.*, 1993; PRINGLE & BLAKE, 1994) têm sido considerados grupos chave neste processo. As espécies de peixes detritívoros, por exemplo, podem reduzir a quantidade de sedimento depositada sobre o substrato rochoso. O principal efeito desta perturbação é a modificação da qualidade do habitat, que pode, simultaneamente, limitar a permanência de algumas espécies, que se desenvolvem em ambientes ricos em sedimentos, e facilitar a colonização por outras, que dependem de um substrato rochoso livre de sedimento fino (FLECKER, 1992).

A predação pode ser definida como o consumo de um organismo vivo por outro e é uma interação biótica que pode atuar na regulação de populações (BEGON *et al.*, 1990). Além deste efeito pontual, existem os efeitos indiretos do predador e, a evolução de características referentes ao forrageamento (predador) e defesa (presa) (BEGON *et al.*, 1990). Este processo tem sido considerado como um fator determinante para a ocupação espacial de microhabitats para peixes (*e.g.* POWER, 1983) e macroinvertebrados (*e.g.* FLECHKER & ALLAN, 1984; FLECHKER, 1984; NYSTRÖM *et al.*, 2003; MCINTOSH *et al.*, 2005; NILSSON, 2008; SCHILLING *et al.*, 2009). Desta forma, a ocupação de um microhabitat deve estar relacionada ao grau de proteção que este oferece à presa e o grau de sucesso do predador no forrageamento.

Segundo BUENO e colaboradores (2003), os macroinvertebrados bentônicos constituem uma comunidade importante em rios, riachos e lagoas, tanto pela posição destas espécies na cadeia trófica (presas de peixes e crustáceos, e predadores para outros bentos) quanto pelo efeito nos serviços do ecossistema, participando do fluxo de energia e ciclagem de nutrientes. Efeitos de predadores sobre a produtividade do ecossistema foram demonstrados experimentalmente em comunidades aquáticas (FLECKER & TOWNSEND, 1994; MCINTOSH & TOWNSEND, 1996 E HURYN, 1998).

A importância da predação por peixes na composição de comunidades aquáticas tem sido demonstrada para sistemas lênticos (e.g. BALL & HAYNE, 1952; BROOKS & DODSON, 1965; HALL *et al.*, 1970; KAJAK, 1977; O'BRIEN, 1979; ZARET, 1980; CROWDER & COOPER, 1982) e ambientes marinhos (e.g. VIRNSTEIN, 1977; DETHIER, 1980; MENGE & LUBCHENCO, 1981). Também foram desenvolvidos alguns estudos para ambientes lóticos mas, no entanto, a maior parte tem enfoque nas comunidades de presas (BIGGS *et al.*, 2000; DE LANGE *et al.*, 2004; MCINTOSH *et al.*, 2005; NICOLA *et al.*, 2010). Desta forma, com foco em apenas um grupo, os resultados foram inconclusivos (ZELINKA, 1974,1976; REICE, 1983; FLECKER & MULLIGAN, 1984).

Neste contexto, foram feitos alguns estudos para entender a relação entre predação, substrato e refúgio espacial em sistemas aquáticos (COOPER & CROWDER, 1979, WARE, 1972; HILDREW E TOWNSEND, 1977; BRUSVEN & ROSE, 1981; FLECHKER & ALLAN, 1984). Desta forma, os resultados destes estudos têm sugerido que predadores podem, de forma mais eficaz, capturar presas em substratos mais simples do que em substratos espacialmente mais complexos.

Pode-se então dizer que a interação de características abióticas e bióticas é o que realmente controla a colonização e estrutura das comunidades (PECKARSKI, 1979; BEISEL *et al.*, 1998) e, apesar desta interação ser muito complexa (SCHLOSSER, 1985), a compreensão destes processos é fundamental para a compreensão do funcionamento de uma comunidade (GILLER & MALMQUIST, 1998).

No entanto, o estudo dos processos que estruturam as comunidades (PECKARSKI, 1979; SCHLOSSER, 1985; BEISEL *et al.*, 1998; GILLER & MALMQUIST, 1998) é muito difícil de ser realizado em ambiente natural, por ser impossível isolar todas as variáveis no ambiente (ALLAN, 1995). Especialmente em ambientes lóticos torna-se difícil manter isoladas condições de tratamentos, já que, neste ambiente, as condições variam drasticamente, mesmo em um trecho aparentemente uniforme, dificultando a especificação da influência do fator a ser testado (WALDE & DAVIES, 1984). Contudo, experimentos de campo são realizados a fim de entender a organização trófica de comunidades de riachos, com a noção exata das limitações dependentes das características do ambiente e organismo de estudo (UIEDA, 1999).

Desta forma, experimentos controlados são frequentemente, o melhor caminho para fornecer respostas a questões específicas, as quais podem ser partes-chave de qualquer explicação geral da situação complexa do campo (GILLER & MALMQUIST, 1998; TOWNSEND, BEGON & HARPER, 2006).

Sendo assim, para entender como o microambiente (tipo de substrato) afeta o forrageamento dos peixes são necessários estudos de natureza experimental, para que se possamos separar os efeitos diretos das variáveis bem como das possíveis interações.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar experimentalmente, a influência do tipo de substrato, e densidades na predação das larvas de Chironomidae por *Corydoras paleatus*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar qual o efeito do tipo de substrato na eficiência da predação de *Corydoras paleatus* sobre *Chironomus sancticaroli*;
- Determinar como a densidade do predador afeta a eficiência da predação de *Corydoras paleatus* sobre *Chironomus sancticaroli*;
- Determinar como a densidade da presa afeta a eficiência da predação de *Corydoras paleatus* sobre *Chironomus sancticaroli*.

3. METODOLOGIA

3.1 O PREDADOR

A espécie de peixe utilizada nos experimentos foi *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) (FIGURA 1). A utilização de *C. paleatus* nos experimentos teve como motivação a facilidade de encontrar esta espécie em riachos costeiros do estado do Paraná (e.g. ARANHA *et al.*, 1998; ARANHA, 2000) além de sua manutenção em aquário ser simples, sendo esta uma espécie comumente utilizadas em aquarofilia e vendidas como peixe ornamental (BURGESS, 1989).

Corydoras paleatus pertence à Ordem Siluriformes e à família Callichthyidae. *C. paleatus* foi coletada pela primeira vez por Charles Darwin em localidade não indicada e descrito em 1842 por Jenyns (SHIBATTA & HOFFMANN, 2005). A distribuição geográfica compreende a bacia do rio Paraná e rios costeiros do Brasil, Uruguai (REIS, 2003) e norte da Argentina (GOMEZ, 1992) sendo registrada em todos os estados do sul do Brasil (FOWLER, 1954; GARAVELLO, *et al.*, 1997).



FIGURA 1. *Corydoras paleatus*, espécie de peixe utilizada como predador na realização dos experimentos.

FONTE: Fishbase.org.

Os calictídeos são representados por mais de 160 espécies, agrupadas em oito gêneros, sendo o gênero *Corydoras* um dos mais diversos, com 17 espécies (BRITTO, 2003). Tratam-se de peixes de pequeno porte, podendo medir até 8 cm. Possuem hábitos bentônicos e são caracterizados por possuírem duas séries de placas longitudinais em cada lado do corpo na forma de ziguezague, o que lhes confere uma armadura óssea. Possuem ainda uma boca pequena e terminal, projetada para frente, e um par de barbilhões (FIGURA 2) (SANTOS *et al.*, 1995).

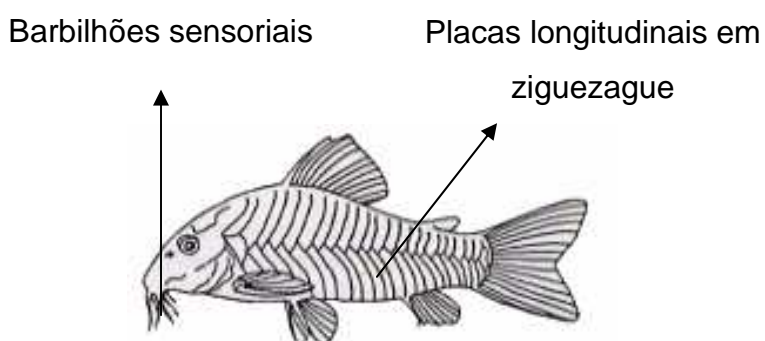


FIGURA 2. Ilustração de membro da família Callichthyidae, com destaque a suas principais características morfológicas.

FONTE: Scotcat.com

Corydoras paleatus é um predador oportunista, ativo durante o dia, que possui uma dieta onívora com preferência (eletividade) por larvas de dípteros, incluindo larvas de Chironomidae, e microcrustáceos (KRAMER E MCCLURE, 1981; ARANHA *et al.*, 1993). Esta espécie alimenta-se junto ao fundo revolvendo superficialmente o substrato, utilizando seus barbilhões táteis para localizar suas presas que são predadas rapidamente através de sucção (“hunting speculation” cf. CURIO, 1976 e “grubbers excavating while moving”, cf. SAZIMA, 1986) (HAHN *et al.*, 1997, ARANHA *et al.*, 1998, CASATTI, 2002). CASATTI (2009) destaca a importância dos barbilhões sensoriais na alimentação dos calictídeos, tornando o forrageamento destes, independente da visão, não sendo influenciado por fatores como água turva, que pode ser limitante para outros peixes.

3.2 A PRESA

Como presa foram utilizadas larvas de Diptera da espécie *Chironomus sancticaroli* Strixino & Strixino, 1981 pertencentes à família Chironomidae (FIGURA 3). Esta espécie foi descrita por Strixino & Strixino em 1981 na cidade de São Carlos no estado de São Paulo. Atualmente estão descritas, no mundo todo, mais de 15000 espécies pertencentes à família Chironomidae, conhecidos popularmente por mosquitos não picadores (CRANSTON, 2004). Os quironomídeos são insetos holometábolos, apresentando quatro estágios distintos em seu ciclo de vida: ovo, larva (com quatro ínstaes), pupa e adulto. A duração do estágio larval pode variar de duas semanas a muitos anos, dependendo da espécie e das condições ambientais (MERRIT & CUMMINS, 1996). *C. sancticaroli* apresenta um ciclo de vida curto, variando de três a quatro semanas.



FIGURA 3. Larva de *Chironomus sancticaroli*, espécie de Diptera utilizada como presa na realização dos experimentos. O organismo encontra-se em um tubo de proteção produzido pela própria larva.

FONTE: O autor (2010).

Larvas de quironomídeos são abundantes em ambientes de água doce, sendo incluídos entre os macroinvertebrados bentônicos, ocupando microambientes com fundo de areia, folhiço e cascalho (e.g. WALKER, 1998; HIGUTI, 2002; KIKUCHI, 2005; BALDAN, 2006; VIEIRA, 2006). Diversos estudos desenvolvidos no Brasil têm indicado a grande abundância de Chironomidae e sua colonização em uma grande variedade de habitats (e.g. NESSIMIAN, 1996; SANSEVERINO, *et al.* 1998; SERRANO, *et al.*, 1998; NESSIMIAN, 2003).

Os chironomidae possuem ampla distribuição geográfica e, cerca de 95% de todas as espécies passam o estágio larval de seu ciclo de vida na água (CRANSTON, 2004). Algumas das larvas são popularmente chamadas de vermes de sangue por possuírem o pigmento hemoglobina, como nos gêneros *Polypedilum* e *Chironomus* (CRANSTON, 2004). A presença deste pigmento pode estar associada à tolerância a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água (GULLAN & CRANSTON, 2008). Desta forma, estes organismos tornam-se capazes de tolerar condições muito baixas de oxigênio (membros das subfamílias Chironominae e Tanypodinae) (CURRY, 1955 *apud* OLIVER, 1971), sendo muitas vezes, dadas estas condições, os únicos insetos presentes no sedimento (ARMITAGE *et al.*, 1995).

As larvas podem medir até 1,5 cm no quarto ínstar de desenvolvimento e possuem características típicas de dípteros Nematocera, como cápsula cefálica esclerotizada completa (FIGURA 4) (EPLER, 2001). Os membros da Subfamília Chironominae, com exceção de algumas espécies predadoras, constroem tubos, dentro ou fora do substrato em que vivem, formados por partículas de substrato unidas com seda secretada pelas glândulas salivares da própria larva (WALSHE, 1951). Tais tubos oferecem proteção contra ação de competidores ou predadores (DILLON, 1985; HERSHEY, 1986; TOKESHI, 1995).



FIGURA 4. Cápsula cefálica esclerotizada de *Chironomus sancticaroli*, a imagem está aumentada em 400x.

FONTE: O autor (2010).

Imaturos de quironomídeos podem ocupar posição fundamental na dinâmica trófica de ecossistemas aquáticos de água doce, sendo consumidos por uma ampla gama de organismos e representando o maior elo entre produtores e consumidores secundários (e.g. TOKESHI, 1995; ARANHA, 2000; JÖNCK, 2005).

Constituem um item alimentar importante de peixes. Considerando o valor econômico representado pelos peixes, a produtividade de quironomídeos é chave (fundamental) em estudos de piscicultura (ZUR, 1980). Com este foco, destacam-se as espécies do gênero *Chironomus*, por possuírem, em geral, maior tamanho e biomassa contribuindo para altos valores de produção (TOKESHI, 1995) e, portanto, um maior valor como presa (MANOBARAM, 1984). Como exemplo pode-se citar as trutas (*Oncorhynchus* sp.) que, segundo Armitage e colaboradores (1995), podem se alimentar, por um determinado período, exclusivamente de larvas de *Chironomus*.

3.3 DESENHO EXPERIMENTAL

Foram testados três diferentes substratos, sendo eles: areia, folhiço e cascalho, além de duas densidades de presa (alta-75 e baixa-15) e duas densidades de predadores (alta-5 e baixa-1). Cada combinação de variáveis foi feita duas vezes (FIGURA 5).

Foram realizados, no total, 24 experimentos, sendo 8 deles para cada substrato com 4 tratamentos, sendo cada um deles realizado duas vezes.

Os 4 tipos de testes foram, nesta ordem, densidade alta de presa (75) e alta de predador (5); densidade alta de presa (75) e baixa de predador (1); densidade baixa de presa (15) e alta de predador (5) e, densidade baixa de presa (15) e baixa de predador (1). O procedimento mostrado abaixo se repetiu para os substratos cascalho e folhiço.

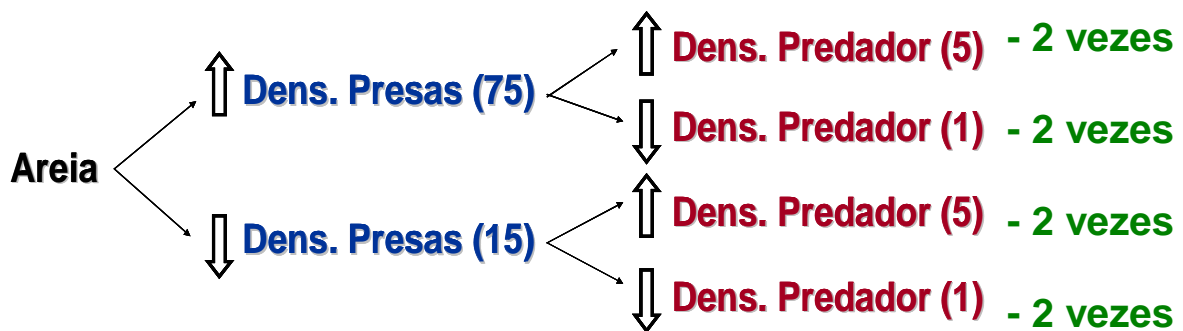


FIGURA 5. Desenho amostral dos experimentos realizados.

FONTE: O autor (2010).

3.4 PROCEDÊNCIA DO MATERIAL E PROCEDIMENTOS

Os espécimes de peixe utilizados foram comprados de um criadouro artificial localizado em Morretes, Paraná. No total, foram utilizados 72 exemplares de *C. paleatus*, com medidas de comprimento total variando de 5,0 a 6,0 cm (média $5,4 \pm 0,38$ cm).

Como presas foram utilizadas 1080 larvas de *C. sancticaroli*. Foi dada preferência às larvas de terceiro e quarto ínstar de desenvolvimento, facilitando, desta forma a seleção destes animais. Estas larvas foram obtidas de uma colônia criada e mantida na sala de criação do departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). As matrizes foram coletadas inicialmente no alto Rio Iguaçu localizado em Curitiba, Paraná.

Os testes foram realizados em aquários medindo 20cmX30cm com 10cm de altura, e capacidade aproximada de 6 litros que foram devidamente instalados na Sala de Aquários do departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Cada aquário foi montado com 1 cm de tipo de substrato (areia, folhiço ou cascalho).

Anteriormente aos testes os peixes foram submetidos a um período de aclimação de 20 dias em aquário, e alimentados com ração industrializada (Alcon Botton Fish). Este aquário de aclimação, também foi instalado na sala de aquários e esteve todo o tempo coberto por tela para mosquitos para evitar a queda e disponibilização aos peixes de qualquer material que pudesse servir de alimento. Durante a realização dos experimentos, cada aquário também foi coberto por tela, evitando a deposição de material alóctone.

As larvas foram acomodadas nos aquários de experimentação 4 horas antes dos peixes (observação pessoal). Os exemplares de *C. paleatus* foram mantidos em jejum durante 3 dias antecedentes à realização dos experimentos, para que todos os animais estivessem, durante os testes, com o mesmo “tempo de jejum”. Os testes tiveram duração de 12 horas e a luz permaneceu acesa durante todo tempo.

Após o término dos experimentos os peixes foram fixados em formol 10% e conservados em álcool 70°. O conteúdo gastrointestinal de cada indivíduo foi

analisado sob lupa para contagem do número de cápsulas cefálicas, referentes às larvas predadas por cada um dos exemplares.

Para a contagem do número de larvas não predadas no aquário, foi utilizada a triagem dos substratos. No entanto, devido à possibilidade de se contabilizar o mesmo indivíduo mais de uma vez, somente foram considerados os registros das cápsulas cefálicas. O número de cápsulas cefálicas encontradas para cada experimento (substrato e conteúdo gastrointestinal dos peixes) nunca foi exatamente o mesmo que o número de larvas depositadas inicialmente no aquário, indicando que algumas cápsulas cefálicas foram perdidas durante processos de triagem, devido ao seu reduzido tamanho.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para a análise estatística os dados de conteúdo gastrointestinal foram logaritmizado (log na base 10) e, já que entre os dados brutos existiam valores nulos, foi necessário adicionar aos dados uma constante (+1). Os valores de taxa de predação foram então analisados com análise de Variância Fatorial de duas vias (ANOVA Two-Way) a fim de testar a influência das variáveis substrato, densidade de predador ou densidade de presa e as interações sobre a eficiência de predação. Para analisar as médias par a par foi utilizado o teste de Tukey a posteriori, analisado a partir dos gráficos de médias. Todos os testes foram feitos com 5% de probabilidade no programa STATISTICA (StatSoft, Inc, 2001).

4. RESULTADOS

O número de cápsulas cefálicas encontradas durante triagem dos substratos e análise de conteúdo gastrointestinal dos predadores indica que em média 93% dos indivíduos foram identificados após o experimento (TABELA 1).

A eficiência de predação de *C. paleatus* sobre *C. sancticaroli* (TABELA 2 e 3) é influenciada pelo tipo de substrato ($F_{2,71}=14,07$; $p < 0,001$), assim como pela densidade de predador ($F_{1,71}=12$ $p < 0,001$) e densidade de presa ($F_{1,71}= p < 0,001$). No entanto em nenhum caso houve interação entre estas variáveis ($p > 0,05$), ou seja, cada um dos fatores age independentemente.

Para a densidade alta de predador (5 predadores) a eficiência de predação foi maior no substrato areia, não havendo diferença significativa entre os substratos folhiço e cascalho. Já, para a densidade baixa de predador (1 predador) não houve diferença significativa entre os três substratos analisados (FIGURA 6). Analisando as eficiências de predação em cada substrato separadamente (análise horizontal do gráfico) em relação à densidade do predador, pode-se perceber que para o substrato areia não houve diferença significativa na eficiência de predação entre as duas densidades de predador. Já, para os substratos folhiço e cascalho existe diferença nas eficiências de predação entre as densidades alta e baixa de predador. Nestes dois substratos a eficiência de predação foi efetivamente maior na densidade baixa do predador.

Com relação ao efeito da densidade de presa sobre a eficiência de predação de *C. paleatus*, observa-se que em densidade alta (75) a maior eficiência de predação ocorre no substrato de areia. Já, os outros dois substratos (folhiço e cascalho) não diferem entre si em relação à eficiência de predação. Porém, quando a densidade de presa é baixa (15) todos os três substratos possuem eficiência de predação que não diferem do esperado ao acaso não havendo, nestas condições, diferença estatística entre a eficiência de predação da areia, folhiço e cascalho (FIGURA 7). Através da análise individual de cada substrato, em relação à eficiência de predação nas diferentes densidades de presa, observa-se que nos três substratos houve diferença significativa, sendo a eficiência de predação maior nos tratamentos com densidade maior de presas.

TABELA 1. Experimentos e seus respectivos substratos, densidade de predador e presa e, contabilização do número de cápsulas cefálicas encontradas durante triagem de substrato e análise gastrointestinal de predadores para cada um deles.

	Densidade de predador	Densidade de presa	Substrato nº de cápsulas cefálicas	Conteúdo gastrointestinal Nº de cápsulas cefálicas
Exp.1 (areia)	5	75	12	61
Exp.2 (areia)	5	75	24	51
Exp.3 (areia)	1	75	51	24
Exp.4 (areia)	1	75	49	23
Exp.5 (areia)	5	15	4	11
Exp.6 (areia)	5	15	1	13
Exp.7 (areia)	1	15	13	2
Exp.8 (areia)	1	15	9	5
Exp.9 (folhiço)	5	75	60	9
Exp.10 (folhiço)	5	75	64	4
Exp.11 (folhiço)	1	75	58	12
Exp.12 (folhiço)	1	75	53	12
Exp.13 (folhiço)	5	15	5	8
Exp.14 (folhiço)	5	15	9	2
Exp.15 (folhiço)	1	15	8	2
Exp.16 (folhiço)	1	15	9	1
Exp.17 (cascalho)	5	75	28	46
Exp.18 (cascalho)	5	75	67	6
Exp.19 (cascalho)	1	75	70	0
Exp.20 (cascalho)	1	75	52	19
Exp.21 (cascalho)	5	15	10	3
Exp.22 (cascalho)	5	15	12	0
Exp.23 (cascalho)	1	15	8	5
Exp.24 (cascalho)	1	15	4	7

TABELA 2. Resultados da Análise de variância do efeito do tipo de substrato (Fator A), densidade de predador (Fator B) e interações na eficiência de predação de *Corydoras paleatus*.

	SQ	GL	QM	F	p
Substrato	4,006	2	2,003	14,07	8,14x10⁻⁶
Predador	2	1	2	12	0,0007553
Interação	0,1853	2	0,09265	1	0,5249
Varição intra	9,396	66	0,1424		
Total	15,36	71			

TABELA 3. Resultados da Análise de variância do efeito do tipo de substrato (Fator A), densidade de presa (Fator B) e interações na eficiência de predação de *Corydoras paleatus*.

	SQ	GL	QM	F	p
Substrato	4,006	2	2,003	14,86	4,71x10⁻⁶
Presa	2	1	2	13,55	0,0004703
Interação	1	2	0	2	0,1032
Varição intra	8,898	66	0,1348		
Total	15,36	71			

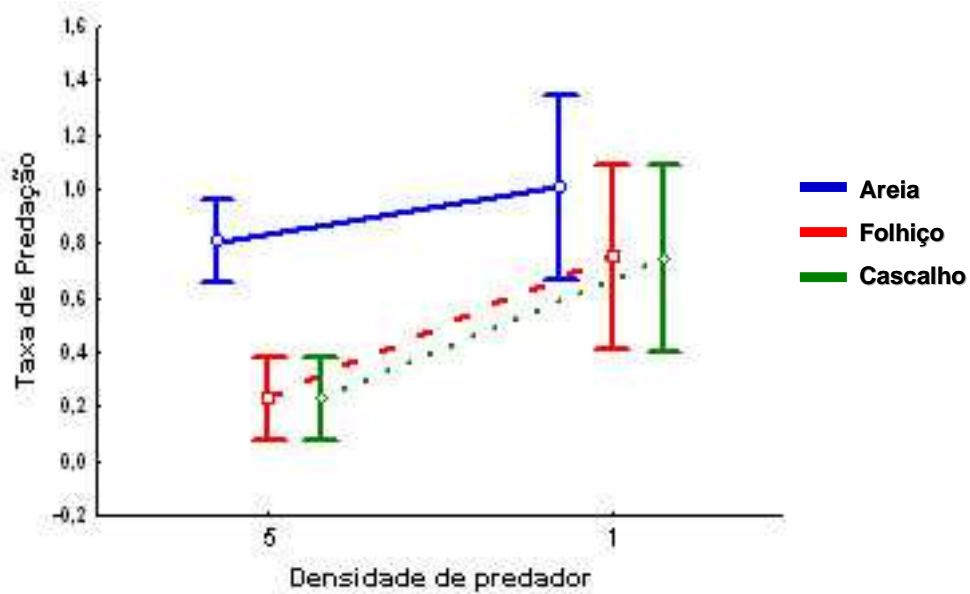


FIGURA 6. Interação da eficiência de predação de *Corydoras paleatus* sobre *Chironomus sancticaroli* em três diferentes substratos (areia, folhiço e cascalho) e duas densidades de predador (alta-5 e baixa-1). Esta representada a média e o intervalo de confiança.

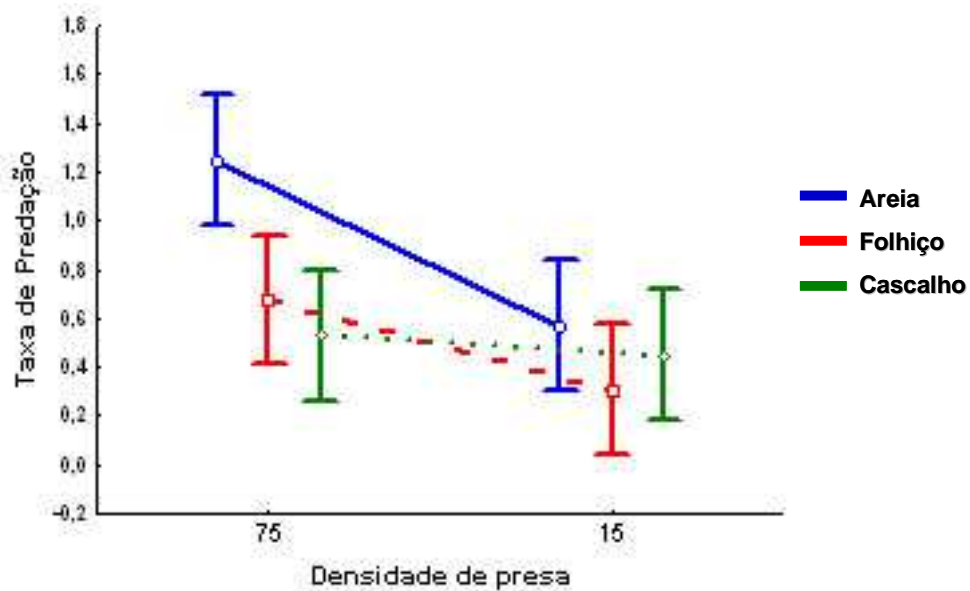


FIGURA 7. Interação da eficiência de predação de *Corydoras paleatus* sobre *Chironomus sancticaroli* em três diferentes substratos (areia, folhiço e cascalho) e duas densidades de presa (alta-75 e baixa-15). Esta representada a média e o intervalo de confiança.

5. DISCUSSÃO

Alguns estudos têm mostrado que os peixes podem alterar substancialmente as comunidades de invertebrados, através de efeitos diretos ou indiretos (e.g. BIGGS *et al.*, 2000; NYSTRÖM *et al.*, 2003; DE LANGE *et al.*, 2004; MCINTOSH *et al.*, 2005; BLANCHET *et al.*, 2008). Considerando que a eficiência de predação é influenciada pelo tipo de substrato, pode-se inferir que o substrato possa ser um fator importante na estruturação de comunidades aquáticas, principalmente se relacionado a processos bióticos, como a predação (POWER, 1983; DOWNES, *et al.* 2000; SCHILLING *et al.*, 2009).

A importância do substrato para a comunidade de macroinvertebrados tem sido reconhecida. A superfície do substrato fornece locais de fixação e abrigo além de permitir o desenvolvimento de uma camada orgânica, que serve de alimento para muitas espécies, especialmente os raspadores (*scrapers*) (DOWNES *et al.*, 2000). A complexidade do substrato pode interferir no forrageamento já que predadores são capazes de capturar presas de forma mais eficaz em substratos espacialmente mais simples, ou seja, com menores espaços entre as partículas que compõe o substrato. Neste contexto, espaços maiores podem representar refúgios espaciais para a presa (FLECKER & ALLAN, 1984). Desta forma, a presença e quantidade destes refúgios, assim como a disponibilidade de alimento em substratos arenosos, podem influenciar a relação predador-presa e, por conseguinte, da dinâmica trófica (GAUSE, 1934; HUFFAKER, 1958; HALL *et al.*, 1970; CONNELL, 1975; LUBCHENCO, 1983; ALLAN, 1995; BEISEL *et al.*, 1998; KIKUCHI & UIEDA, 1998; BUENO *et al.*, 2003).

Neste estudo, a maior eficiência de predação registrada no substrato areia, em condição de alta densidade de predador e presa, pode ser analisada dentro deste contexto. Assim, considerando a areia um substrato estruturalmente mais simples quando comparado aos demais substratos testados seria esperado que a taxa de predação fosse maior neste ambiente, o que ocorreu. A areia é composta por partículas menores o que deve oferecer menos refúgio espacial a presa, quando comparado com folhiço e cascalho. O aumento da eficiência de predação entre ambientes simples e complexos foi testada por WARE (1972) e BRUSVEN & ROSE

(1981). WARE (1972) observou que trutas arco-íris (*Salmo gairdneri*) em aquário capturam mais presas em substratos mais simples do que em substrato mais complexo como a serrapilheira. Da mesma forma, BRUSVEN E ROSE (1981) encontraram que sculpins (*Sculpins torrent*) em córregos artificiais eram capazes de predação mais insetos na areia do que em substratos soltos com espaços intersticiais.

Segundo CASATTI (2002), peixes da ordem Siluriformes, como é o caso de *C. paleatus*, alimentam-se, em ambiente natural, principalmente de itens autóctones, sendo larvas de Chironomidae um dos principais recursos. Estes peixes utilizam seus barbilhões táteis para localizar as presas junto ao fundo, o que é facilitado em substratos mais finos. Este mecanismo de alimentação implicaria em uma ocupação natural de *C. paleatus* em substratos arenosos (CASATTI, 2002) e, portanto, em uma eficiência de predação maior neste substrato.

Supõe-se que o folhiço, mais abundante em trechos a montante dos rios (segundo a Teoria do Rio Contínuo), possa fornecer, para organismos bentônicos, alimento e refúgios (BUENO *et al.*, 2003; RUETZ *et al.*, 2006). Da mesma forma, substratos rochosos podem suportar grande riqueza e abundância de espécies (BUENO *et al.*, 2003). Neste contexto, BAPTISTA e colaboradores (1998) estudando a distribuição de insetos aquáticos, encontraram que 74% dos exemplares ocorriam em áreas com substrato de pedra e folhiço, indicando que existia eletividade em relação à complexidade do substrato.

Também para os peixes a estrutura do habitat é importante. FERREIRA & CASATTI (2006) registraram, no Córrego da Água Limpa em São Paulo, uma menor riqueza de espécies de peixes em trechos com baixa complexidade estrutural (substrato arenoso e com correnteza fraca). Uma possibilidade é de que neste ambiente exista maior suscetibilidade a predadores.

A interação entre predador e presa pode ser em diferentes momentos, “vantajosa” para um dos lados, podendo ser influenciada pelas densidades de presa e/ou de predador. Em baixa densidade de predador e presa a eficiência de predação não diferiu entre os três substratos. A diminuição na quantidade de predadores ou presas disponíveis pode ter diminuído a frequência de ocorrência de encontros entre presa e predador diminuindo, conseqüentemente, as chances de predação. A mesma lógica pode ser aplicada a um aumento na disponibilidade de presas e/ou predadores, que levaria a um aumento na frequência de ocorrência de encontros e taxa de predação. FLECKER (1984) mostra em estudo que, a abundância de

invertebrados, principalmente de Chironomidae, é afetada por tratamentos com predador, sendo registrada uma relação inversa entre a densidade de sculpins e a abundância de invertebrados. FLECKER (1984), no entanto afirma que o peixe, neste caso, tem pouca influencia sobre a diversidade e abundância de espécies de insetos, mas tem importante impacto na estrutura do táxon numericamente dominante (Chironomidae).

Contudo, outros estudos não encontraram o mesmo resultado para ambientes lóticos, não detectando diferença significativa no efeito de predação por peixes (ZELINKA, 1974, 1976; ALLAN, 1982; REICE, 1983; FLECKER & MULLIGAN, 1984). No entanto, em alguns destes estudos os quironomídeos foram ignorados (ZELINKA, 1974, 1976; REICE, 1983) ou não representavam elemento dominante no bentos (ALLAN, 1982; FLECKER & MULLIGAN, 1984).

O fato de Chironomidae e Leuctra (Plecoptera) serem os táxons que mais responderam à manipulação de predadores (FLECKER, 1984) pode ser justificado por que estes grupos possuem taxas baixas de dispersão pelo drift, permanecendo no substrato e ficando mais suscetíveis à predação. Da mesma forma, possuem uma taxa lenta de recolonização, diferente dos demais táxons discutidos no estudo (BRUSVEN, 1970; WATERS, 1972; ALLAN, 1982; STEWART & SZCZYTKO, 1983). O menor tamanho e a maior mobilidade das partículas tornam o substrato arenoso mais instável que os demais, o que também pode afetar negativamente a colonização deste por macroinvertebrados (BEISEL *et al.*, 1998).

Não houve diferença nas eficiências de predação em relação às densidades de predador no substrato areia, sendo que, neste substrato, especialmente mais simples, os peixes foram igualmente capazes de predação as larvas. A presença de mais predadores pode potencialmente afetar as eficiências individuais de predação (SCHIMITTOU, 1993; HUNTINGFORD & LEANIZ, 1997), no entanto, neste caso, pelo fato do substrato ser mais simples não houve interferência entre os predadores durante o forrageio.

No entanto, sob as mesmas condições, nos substratos folhiço e cascalho houve diferença na eficiência de predação, sendo registrada uma maior eficiência em condição de baixa densidade de predadores. Neste caso, a presença de mais predadores influenciou negativamente as eficiências de predação individual. Esta análise somada ao fato de que a predação é dificultada pelos substratos em

questão, por serem espacialmente mais complexos, pode ter resultado na menor eficiência de predação observada quando a densidade de predadores é maior.

Analisando individualmente os substratos em relação às diferentes densidades de presa, notou-se que nos três substratos analisados foi registrada maior eficiência de predação em condição de maior densidade de presas. Isso é devido ao fato de que uma maior disponibilidade de larvas leva ao aumento das chances de encontro entre presa e predador, o que aumentaria a eficiência de predação.

6. CONCLUSÕES

Através da análise experimental da influência do tipo de substrato, da densidade de predador e da densidade de presa na predação de larvas de *C. sancticaroli* por *C. paleatus*, foi possível chegar as seguintes conclusões:

- O substrato em que ocorreu a maior eficiência de predação por *C. paleatus* independente da densidade foi a areia;
- Os substratos espacialmente mais complexos como folhiço e cascalho oferecem um maior grau de proteção as larvas de *C. sancticaroli* contra predadores;
- As densidades de predador e/ou presa podem influenciar substancialmente a taxa de predação, sendo esta um fator de interação importante no equilíbrio da comunidade;
- Não existiu, nas condições deste estudo, relação entre a complexidade do habitat e a densidade de presas e predadores.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J.D. The effects of reduction in trout density on the invertebrate community of a mountain stream. **Ecology**, 63: 1444-1455. 1982.
- ALLAN, J.D. **Stream ecology: structure and function of running waters**. Chapman & Hall, London, 388p. 1995.
- ARANHA, J.M.R.; CARAMASCHI, E.P. & CARAMASCHI, U. Ocupação espacial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacépède (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no Rio Alambari (Botucatu, São Paulo). **Rev. Bras. Zoo.** 10 (3): 453-466. 1993.
- ARANHA, J.M.R.; TAKEUTI, D.F. & YOSHIMURA, T.M. Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. **Rev. Biol. Trop.** 46 (4): 951-959. 1998.
- ARANHA, J.M.R. **A influência da instabilidade ambiental na composição e estrutura trófica da ictiofauna de dois riachos da Bacia do Leste, Paraná - Brasil**. Tese de doutorado apresentada à UFSCar, 2000.
- ARMITAGE, P.D.; CRANSTON, P.S. & PINDER, L.C.V. **The Chironomidae: the Biology and Ecology of non-biting midges**, 572 p. 1995.
- BALDAN, L.T. **Composição e diversidade da taxocenose de macroinvertebrados bentônicos e sua utilização na avaliação da qualidade de água no rio do Pinto, Morretes, Paraná, Brasil**. Curitiba. [Dissertação de mestrado – Universidade federal do Paraná], 2006.
- BALL, R.C. & HAYNE, D.W. Effects on the removal of the fish population on the fish-food organisms of a lake. **Ecology**, 33: 4148. 1952.

- BAPTISTA, D.F.; DORVILLÉ, L.F.M.; BUSS, D.F.; NESSIMIAN, J.L. & SOARES, L.H.J. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. pp. 191-207. 1998. *In*: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, A.L. (Eds). *Ecologia de Insetos Aquáticos. Séries Oecologia Brasiliensis*, Vol. 5. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- BEGON, M.; HARPER, J.L. E TOWNSEND, C.R. **Ecology: Individuals, populations and communities**. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, 945p. 1990.
- BEISEL J.N.; USSEGLIO-POLATERA P.; THOMAS S. & MORETEAU J.C. Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. **Hydrobiologia**, 389: 73-88. 1998.
- BIGGS, B.J.F.; FRANCOEUR, S.N.; HURY, A.D.; YOUNG, R.; ARBUCKLE, C.J. & TOWNSEND, C.R. Trophic cascades in streams: effects of nutrient enrichment on autotrophic and consumer benthic communities under two different predation regimes. **Can. J. Fish Aquat. Sci.** 57: 1380–1394. 2000.
- BLANCHET, S.; LOOT, G. & DODSON, J.J. Competition, predation and flow rate as mediators of direct and indirect effects in a stream food chain. **Oecologia**, 157: 93–104. 2008.
- BRANCO, L.H.Z. & NECCHI, O. Jr. Variação longitudinal de parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a diferentes bacias de drenagem na região noroeste do estado de São Paulo. **Acta limnologica Brasiliensis**, São Carlos, 9: 165-177. 1997.
- BRITTO, M.R. Phylogeny of the subfamily Corydoradinae Hoedeman, 1952 (Siluriformes: Callichthyidae), with a definition of its genera. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, 153: 119-154. 2003.
- BROOKS, J.L. & DODSON, S.I. Predation, body size, and the composition of the plankton. **Science**, 150: 28 35. 1965.

- BRUSVEN, M.A. Drift periodicity and upstream dispersion of stream insects. **J. Entomol. Soc. British.** 67: 48-59. 1970.
- BRUSVEN, M.A. & ROSE, S.T. Influence of substrate composition and suspended sediment on insect predation by the torrent sculpin, *Cottus rhotheus*. **Can. J. Fish Aquat. Sci.** 38: 1444-1448. 1981.
- BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G. & FERREIRA, B.D.P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Bras. Zoo.** 20 (1): 115-125. 2003.
- BURGESS, W.E. **An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes.** Neptune City, T.F.H., 784p. 1989.
- CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto rio Paraná, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, 2 (2). 2002.
- CASATTI, L.; VERONEZI JÚNIOR, J.L. & FERREIRA, C.P. Diet of the armored catfish *Aspidoras fuscoguttatus* (Ostariophysi, Callichthyidae) in streams with different limnological and structural features. **Biota Neotrop.** 9 (1): 113-121. 2009.
- COBB, D.G. & FLANNAGAN, J.F. Trichoptera and substrate stability in the Ochre River, Manitoba. **Hydrobiol.** 206: 29–38. 1990.
- CONNELL, J.H. Some mechanisms producing structure in natural communities: a model and evidence from field studies. *In*: Cody ML, Diamond JM (Eds) Ecology and evolution of communities. **Harvard University Press, Cambridge MA**, pp. 460-490. 1975.
- COOPER, W.E. & CROWDER, L.B. Patterns of predation in simple and complex environments. 1979. *In*: Stroud RH, Clepper H (Eds) Predator-prey systems in fisheries management. **Sport Fishing Institute**, Washington DC, pp 257-267.

CRANSTON, P.S. Insecta: Diptera, Chironomidae. **Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region**. 2004.

CROSS, W.F.; WALLACE, J.B.; ROSEMOND, A.D. & EGGERT, S.L. Wholesystem nutrient enrichment increases secondary production in a detritus-based ecosystem. **Ecology**, 87: 1556–1565. 2006.

CROWDER, L.B. & COOPER, W.E. Habitat structural complexity and the interaction between bluegills and their prey. **Ecology**, 63: 1802-1813. 1982.

CURIO, E. The ethology of predation. **Springer**, Berlin. 1976.

CURRY, L.L. A survey of environmental requirements for the midge. In *Biological Problems in Water Pollution*, 127-41. Cincinnati: U.S. **Public Health Service**, 376 pp, 1955.

DE LANGE, H.; DE JONGE, J.; DEN BESTEN, P.T.; OOSTERBAAN, J. & PEETERS, E.T.H.M. Sediment pollution and predation affect structure and production of benthic macroinvertebrate communities in the Rhine–Meuse delta, The Netherlands. **J. N. Am. Benthol. Soc.** 23: 557–579. 2004.

DEGANI, G.; HERBST, G.N.; ORTAL, R.; BROMLEY, H.J.; LEVANON, D.; NETZER, Y.; HARARI, N. & GLAZMAN, H. Relationship between current velocity, depth and the invertebrate community in a stable river system. **Hydrobiol.** 263: 163–172. 1993.

DETHIER, M.N. Tidepools as refuges: predation and the limits of the Harpacticoid copepod *Tigrius californicus* (Baker). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 42: 99-111. 1980.

DILLOM, P.M. Chironomid larval size and case presence capture success achieved by dragonfly larvae. **Freshwater invertebrate Biology**, 4: 22-29. 1985.

Disponível em: <www.fishbase.org> acesso em: 20 de novembro de 2010.

Disponível em: <www.scotcat.com/callichfamily> acesso em: 20 de novembro de 2010.

DOWNES, B.J.; LAKE, P.S.; SCHREIBER, E.S.G. & GLAISTER, A. Habitat structure, resources and diversity: the separate effects of surface roughness and macroalgae on stream invertebrates. **Oecologia**, 123: 569–581. 2000.

DUDGEON, D. The influence of riparian vegetation on macroinvertebrate community structure in four Hong Kong streams. **J. Zool.** 216: 609–627. 1988.

EPLER, J.H. Identification manual for the larval CHIRONOMIDAE (DIPTERA) of North and South Carolina. **Aquatic. Entomologist**. 526pp. 2001.

ESTEVEZ, K.E. & ARANHA, J.M.R. Ecologia trófica de peixes de riachos. **Oecologia Brasiliensis**, 6: 157-182. 1999.

FERREIRA, C.P. & CASATTI, L. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem. **Rev. Bras. Zoo.** 23 (3): 642-651. 2006.

FLECHKER, A.S. & ALLAN, J.D. The importance of predation, substrate and spatial refugia in determining lotic insect distributions. **Ecologia (Berlim)**, 64: 306-313. 1984.

FLECHKER, A.S. The effects of predation and detritus on the structure of a stream insect community: a field test. **Ecologia (Berlim)**, 64: 300-305. 1984.

FLECKER, A.S. & MULLIGAN, T. The influence of vertebrate predation and substrate in structuring a stream insect community. **(in manuscript)**. 1984.

FLECKER, A.S. Fish trophic guilds and the structure of a tropical stream: weak direct vs. strong indirect effects. **Ecology**, 73 (3): 927-940. 1992.

- FLECKER, A.S. & TOWNSEND, C.R. Community-wide consequences of trout introduction in New Zealand streams. **Ecol. Appl.** 4: 798–807. 1994.
- FLECKER, A.S. Ecosystem engineering by a dominant detritivore in a diverse tropical stream. **Ecology**, 77(6): 1845-1854. 1996.
- FLECKER, A.S. Habitat modification by tropical fishes: environmental heterogeneity and the variability of interaction strength. **J. N. Am. Benthol. Soc.** 16(1): 286-295. 1997.
- FOWLER, H.W. **Os peixes de água doce do Brasil**. São Paulo, Arquivos de Zoologia do estado de São Paulo, Departamento de Zoologia da Secretaria de Agricultura, 9: 400. 1954.
- FOX, L. R. Species richness in streams-an alternative mechanism. **Am. Nat.** 11 (1): 1017-1021. 1977.
- GARAVELLO, J.C.; PAVANELLI, C.S. & SUZUKI, H.I. Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçú, p. 61-84. 1997. *In*: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. (Eds). **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá, Editora da Universidade Estadual de Maringá, 387p.
- GAUSE, G.F. The struggle for existence. **Williams and Wilkins, Baltimore MD**, p 163. 1934.
- GILLER, P.S. & MALMQUIST, B. **The biology of stream and rivers**. Oxford: Oxford University Press, 296 p. 1998.
- GOMEZ, S.E. Concentración letal de oxígeno disuelto para *Corydoras paleatus* y *Pimelodella laticeps* (Pises, Siluriformes). **Ver. Mus. Argent. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia**, 72: 31–45. 1992.
- GORMAN, G.T. & KARR, J.R. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology (Washington, DC)**, 59 (3): 507-515. 1978.

- GULIS, V. & SUBERKROPP, K. Leaf litter decomposition and microbial activity in nutrient-enriched and unaltered reaches of a headwater stream. **Freshw. Biol.** 48: 123–134. 2003.
- GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os Insetos: um resumo de entomologia**. 3 ed. São Paulo: Roço. 2008.
- HAHN, N.S.; ALMEIDA, V.L.L. & GASPAR Da LUZ, K.D. Alimentação e ciclo alimentar diário de *Hoplosternum littorale* (Hancock) (Siluriformes, Callichthyidae) nas lagoas Guaraná e Patos da planície do alto rio Paraná, Brasil. **Rev. Bras. de Zool.** 14 (1): 57-64. 1997.
- HALL, D.J.; COOPER, W.E. & WERNER, E.E. An experimental approach to the production dynamics and structure of freshwater animal communities. **Limnol. Oceanogr.** 15: 829-928. 1970.
- HERSHEY, A.E. Selective predation by *Procladius* in an arctic Alaskan lake. **Canadian journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 53: 252-328. 1986.
- HIGUTI, J. & TAKEDA, A.M. Spatial and temporal variation in densities of Chironomid larvae (Diptera) in two Lagoons and two tributaries of the upper Paraná river Floodplain, **Brazil. Braz. J. Biol.** 62 (4B): 807-818. 2002.
- HILDREW, A.G. & TOWNSEND, C.R. The influence of substrate on the functional response of *Pleurocnemia eonspera* (Curtis) larvae (Trichoptera: Polycentropidae). **Oecologia** (Berl), 31: 21-26. 1977.
- HILDREW, A.G. & TOWNSEND, C.R. Organization in freshwater benthic communities. *In*: GEE, J.H.R. & GILLER, P.S. (Eds), The 27th Symposium of the British Ecological Society. **Blackwell Scientific Publication**, Oxford 16: 347–371. 1987.

- HUFFAKER, C.B. Experimental studies on predation: dispersion factors and predator-prey oscillations. **Hilgardia**, 27: 343-383. 1958.
- HUGUES, D.A. On the dorsal light response in a mayfly nymph. **Anim. Behav.** 14: 13–16. 1966a.
- HUGUES, D.A. Mountain stream of the Barberton Area, Eastern Transvaal. Part II, the effect of vegetational shading and direct illumination on the distribution of stream fauna. **Hydrobiologia**, 20: 439–459. 1966b.
- HUNTINGFORD, F.A. & LEANIZ, C.G. de. Social dominance, prior residence and acquisition of profitable feeding sites in juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, London, 51 (5): 1009-1014. 1997.
- HURYN, A.D. Ecosystem-level evidence for top-down and bottom-up control of production in a grassland stream system. **Oecologia**, 115: 173–183. 1998.
- JÖNCK, C.R. **Influência de uma queda d'água na riqueza, composição e estrutura trófica da fauna de dois remansos de um rio da mata Atlântica**. Curitiba, 2005. [Dissertação de mestrado – Universidade federal do Paraná].
- JONES, C.G.; LAWTON, J.H. & SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos**, 69: 373-386. 1994.
- JOWETT, I. & RICHARDSON, J. Microhabitat preferences of benthic invertebrates in a New Zealand river and the development of in-stream models for *Deleatidium* spp. **New Zeal. J. Mar. Freshwat.** 24: 19–30. 1990.
- KAJAK, Z. Factors influencing benthos biomass in shallow parts of Marion Lake. **Ekologia Polska**, 23: 573-586. 1977.
- KIKUCHI, R.M. & UIEDA V.S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. pp. 157-173. 1998.

In: J.L. NESSIMIAN, & CARVALHO, E. (Eds). Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, **Séries Oecologia Brasiliensis**, vol. V, 309p.

KIKUCHI, R.M. & UIEDA, V.S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomol. Vect.** 12 (2): 193-231. 2005.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia**. Porto Alegre, DNPA, 2ª ed., 329p. 1990.

KRAMER, D.L. & MCCLURE, M. The transit cost of aerial respiration in the catfish *Corydoras aeneus* (Callichthyidae). **Physiol. Zool.** 54: 189–194. 1981.

LAMBERTI, G.A. & RESH, V.H. Substrate relationships, spatial distribution patterns, and sampling variability in a stream caddisfly population. **Envir. Ent.** 8: 561–567. 1979.

LAWTON, J.H. & JONES, C.G. Linking species and ecosystems: organisms as ecosystem engineers. p. 141-140. 1995. *In*: Jones, C.G. and Lawton, J.H. (Eds.). **Linking species and ecosystems**, Chapman & Hall, New York.

LENAT, D.R.; PENROSE, D.L. & EAGLESON, K.W. 1981. Variable effects of sediment addition on stream benthos. **Hydrobiol.** 79: 187–194. 1981.

LUBCHENCO, J. *Littorina* and *Fucus*: effects of herbivores, substratum heterogeneity, and plant escapes during succession. **Ecology**, 64: 1116-1123. 1983.

MANOBARAM, M.J.J. Effect of body size on food utilization in the fish, *Macropodus capanus*. **Indian Journal of Animal Research.** 18 (1): 57-60. 1984.

MCINTOSH, A.R. & TOWNSEND, C.R. Interactions between fish, grazing invertebrates and algae in a New Zealand stream: a trophic cascade mediated by fish-induced changes to grazer behaviour? **Oecologia**, 108: 174–181. 1996.

- MCINTOSH, A.R.; GREIG, H.S.; MCMURTRIE, S.A.; NYSTRÖM, P. & WINTERBOURN, M.J. Top-down and bottom-up influences on populations of a stream detritivore. **Freshw. Biol.** 50: 1206–1218. 2005.
- MENGE, B.A. & LUBCHENCO, J. Community organization in temperate and tropical intertidal habitats: prey refuges in relation to consumer pressure gradients. **Ecol. Monogr.** 51: 429-450. 1981.
- MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3^o ed., Dabuyge Iowa: Kendall/ Hunt Publishing Company. 1996.
- MINSHALL, G.W. & MINSHALL, J.N. Microdistribution of benthic invertebrates in a rocky mountain (U.S.A.) stream. **Hydrobiol.** 55: 231–249. 1977.
- MINSHALL, G.W. Aquatic insect substratum relationships *In*: RESH, V.H. & ROSENBERG, D.M. (Eds), *The Ecology of Aquatic Insects*. **Praeger**, N.Y.: 358–400. 1984.
- MITTELBACH, G.G. Competition among refuging sunfishes and affects of fish density on littoral zone invertebrates. **Ecology**, 63 (3): 6-14. 1988.
- MOYLE, P.B. & VONDRACEK, B. Persistence and structure of the fish assemblage in a small California stream. **Ecology (Washington, DC)**, 66: 1-13. 1985.
- NESSIMIAN, J.L. Comments on aquatic insect biodiversity from select localities in Rio de Janeiro State Brazil, p. 225-268. 1996. *In*: C.E.M. BICUDO & N.A. MENEZES. (Eds). **Biodiversity in Brasil: a first approach**. São Paulo, CNPq, 326p.
- NESSIMIAN, J.L.; AMORIN, R.M.; HENRIQUES-OLIVEIRA, A.L. & SANSEVERINO, A.M. Chironomidae (Diptera) do estado do Rio de Janeiro: levantamento dos gêneros e habitats de ocorrência. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, 98: 1-16. 2003.

- NICOLA, G.G.; ALMODÓVAR, A. & ELVIRA, B. Effects of environmental factors and predation on benthic communities in headwater streams. **Aquat. Sci.** 72 (4): 419-429. 2010.
- NILSSON, E.; OLSSON, K.; PUSSE, A.; NYSTRÖM, P.; SVENSSON, G. & NILSSON, U. Effects of stream predator richness on the prey community and ecosystem attributes. **Oecologia**, 157: 641 – 651. 2008.
- NUTALL, P.M. & BIELBY, G.H. The effects of china-clay wastes on stream invertebrates. **Envir. Pollut.** 5: 77–86. 1973.
- NYSTRÖM, P.; MCINTOSH, A.R. & WINTERBOURN, M.J. Top-down and bottom-up processes in grassland and forested streams. **Oecologia**, 136: 596–608. 2003.
- O'BRIEN, W.J. The predator-prey interaction of planktivorous fish and zooplankton. **Am. Sci.** 67: 572-581. 1979.
- OLIVER, D. R. Life history of the chironomidae. **Annual Reviews of Entomology**. 16: 211-230. 1971.
- ORMEROD, S.J. & EDWARDS, R.W. The ordination and classification of macroinvertebrate assemblages in the catchment of the River Wye in relation to environmental factors. **Freshwat. Biol.** 17: 533–546. 1987.
- PECKARSKY, B.L. Biological interactions as determinants of distributions of benthic invertebrates within the substrate of stony streams. **Limnol. Oceanogr.** 24: 59–68. 1979.
- PECKARSKY, B.L. & PENTON, M.A. Effects of enclosure on stream microhabitat and invertebrate community structure. **J. n. am. benthol. Soc.** 9: 249–261. 1990.
- POWER, M.E. Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, 9 (2): 103-115. 1983.

- POWER, M.E. The importance of sediment in the grazing ecology and size class interactions of an armored catfish, *Ancistrus spinosus*. **Env. Biol. Fish.** 10: 173-181. 1984.
- PRINGLE, C.M.; BLAKE, G.A.; COVICH, A.P.; BUZBY, K.M. & FINLEY, A. Effects of omnivorous shrimp in a montane tropical stream: sediment removal, disturbance of sessile invertebrates and enhancement of understory algal biomass. **Oecologia**, 93: 1-11. 1993.
- PRINGLE, C.M. & BLAKE, G.A. Quantitative effects of Atyidae shrimp (Decapoda: Atyidae) on the depositional environment in a tropical stream: use of electricity for experimental exclusion. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 51: 1443-1450. 1994.
- REICE, S.R. Predation and substratum: factors in lotic community structure. 1983. *In*: Fontaine TD III, Bartell SM (Eds) Dynamics of lotic ecosystems. **Ann Arbor Science Publ.**, Ann Arbor MI pp 325-345.
- REIS, R.E. Family Callichthyidae (Armored catfishes), p. 291-309. 2003. *In*: REIS, R.E; KULLANDER, S.O. & FERRARIS, C.J. (Eds). **Check list of freshwater fishes of South and Central América**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 729p.
- RUETZ, C.R.; BREEN, M.J. & VANHAITSMA, D.L. Habitat structure and fish predation: effects on invertebrate colonization and breakdown of stream leaf packs. **Freshw. Biol.** 51: 797–806. 2006.
- RUTHERFOLD, J.E. & MACKAY, R.J. Patterns of pupal mortality in field populations of Hydropsyche and Cheumatopsyche (Trichoptera: Hydropsychidae). **Freshwat. Biol.** 16: 337–350. 1986.
- SANSEVERINO, A.M.; NESSIMIAN, J.L. & OLIVEIRA, A.L.H. A fauna de Chironomidae (Diptera em diferentes biótopos aquáticos na Serra do Subaio (Teresópolis, RJ), p. 253-264. 1998. *In*: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, A.L.

- (Eds). Ecologia de insetos aquáticos. Rio de Janeiro, PPGR-UFRJ, **Séries Oecologia Brasiliensis**, 309p.
- SANTOS, G.M.; JÉGU, M. & MERONA, B. **Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins; Projeto Tucuruí**. Manaus: INPA. 1995.
- SAZIMA, I. Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. **J. Fish. Biol.** 29: 53-65. 1986.
- SCHILLING, E.G.; LOFTIN, C.S. & HURYN, A.D. Macroinvertebrates as indicators of fish absence in naturally fishless lakes. **Freshwater Biology**, 54: 181-202. 2009.
- SCHIMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Campinas: Associação Americana de Soja/Mogiana Alimentos, 78 p. 1993.
- SCHLOSSER, I.J. Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. **Ecological Monographs**, Washington (DC), 52: 395-414. 1982a.
- SCHLOSSER, I.J. Trophic structure, reproductive success, and growth rate of fishes in a natural and modified headwater stream. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, 39 (7): 968-978. 1982b.
- SCHLOSSER, I.J. Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure of stream fishes. **Ecology (Washington, DC)**, 66: 1484-1490. 1985.
- SCHÖENER, T.W. Resource partitioning in ecological communities. **Science (Washington, DC)**, 185: 27-39. 1974.
- SERRANO, M.A.S.; SEVERI, W. & TOLEDO, V.J.S. Comunidades de Chironomidae (Diptera) e outros macroinvertebrados em um rio tropical de planície – Rio Bento Gomes/MT, p. 265-278. 1998. *In*: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, A.L. (Eds). Ecologia de insetos aquáticos. Rio de Janeiro, PPGR-UFRJ, **Séries Oecologia Brasiliensis**, 309p.

- SHIBATTA, O.A. & HOFFMANN, A.C. Variação geográfica em *Corydoras paleatus* (Jenyns) (Siluriformes, Callichthyidae) do sul do Brasil. **Rev. Bras. Zoo.** 22 (2): 366-371. 2005.
- StatSoft, Inc. (2001). **STATISTICA** (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- STATZNER, B. Characteristics of lotic ecosystems and consequences for future research directions. *In*: E.-D. SCHULZE & ZWÖLFER, H. (Eds), Potentials and Limitations of Ecosystem Analysis, Ecological Studies 61. **Springer-Verlag**, N.Y.: 365–390. 1987.
- STATZNER, B.; GORE, J.A. & RESH, V.H. Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. **J. n. am. benthol. Soc.** 7: 307–360. 1988.
- STEWART, K.W. & SZCZYTKO, S.W. Drift of Ephemeroptera and Plecoptera in two Colorado Rivers. **Fresh. Invert. Biol.** 2: 117 131. 1983.
- SWEENEY, B.W. Effects of streamside vegetation on macroinvertebrate communities of White Clay Creek in Eastern North America. **Proc. Acad. nat. Sci. Philad.** 144: 291–340. 1993.
- TOKESHI, M. Production ecology. 1995. *In*: Armitage, P.D.; Cranston, P.S. & Pinder, L.C.V. (Eds). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. Chapman & Hall, London, UK, p.269-296.
- TOWNSEND, C.R. & HILDREW, A.G. Species traits in relation to a habitat templet for river systems. **Freshwat. Biol.** 31: 265–275. 1994.
- TOWNSEND, C.R.; BEGON, M. & HARPER, J.L. **Fundamentos em Ecologia**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed. 2006.

- UIEDA, V.S. & GAJARDO, I.C.S.M. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. **Naturalia**, São Paulo, 21: 31-47. 1996.
- UIEDA, V.S. Experimentos de manipulação de organismos aquáticos em riachos, p.169-179. 1999. *In*: PONPÊO, M.L.M. (Eds). **Perspectivas da limnologia no Brasil**. São Luís, Gráfica e Editora União, 191p.
- VIEIRA, H.E.M. **A comunidade de macroinvertebrados em dois trechos do rio Morato (Guaraqueçaba, PR): Estrutura, composição e ocupação espacial**. Curitiba, 2006. [Dissertação de mestrado – Universidade federal do Paraná].
- VIRNSTEIN, R.W. The importance of predation by crabs and fishes on benthic infauna in Chesapeake Bay. **Ecology**, 58: 1199-1217. 1977.
- WALDE, S.J. & DAVIES, R.W. Invertebrate predation and lotic prey communities: evaluation of in situ enclosure/exclosure experiments. **Ecology**, 65 (4): 1206-1213. 1984.
- WALKER, I. Population dynamics of Chironomidae (Díptera) in the Central Amazonian blackwater river Tarumã-Mirim (Amazonas, Brazil). pp. 235-252. 1998. *In*: Nessimian, J.L. & Carvalho, E. (Eds). *Ecologia de Insetos Aquáticos*. Séries **Oecologia Brasiliensis**, vol V. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- WALSHE, B.M. The feeding habits of certain chironomid larvae (subfamily Tendipedinae). **Proceedings of Zoological Society of London**, 121: 63-79. 1951.
- WARE, D.M. Predation by rainbow trout (*Salmo gairdneri*): the influence of hunger, prey density, and prey size. **J. Fish Res. Bd. Can.** 29: 1193-1201. 1972.
- WATERS, T.F. The drift of stream insects. **Ann. Rev. Entomol.** 17: 253-272. 1972.
- ZARET, T.M. **Predation and freshwater communities**. Yale University Press. New Haven CT. p 187. 1980.

ZELINKA, M. Die Eintagsfliegen (Ephemeroptera) in Forellenbachen der Beskiden.
III. Der Einfluß des verschiedenen Fischbestandes. **Vestnik. Cs. Spol. Zool.** 38:
76-80. 1974.

ZELINKA, M. Mayflies (Ephemeroptera) in the drift of trout streams in the Beskydt
Mountains. **Acta Bohemoslov.** 73: 94-101. 1976.

ZUR, O. The importance of chironomid larvae as natural feed and biological indicator
of soil condition in ponds containing common carp (*Cyprinus carpio*) and tilapia
(*Sarotherodon aureus*). **Bamidgeh**, 32: 66-77. 1980.