Luciana Paes de Andrade

Distribuição espacial e estrutura da comunidade
de crustáceos de águas intersticiais de um
Igarapé Amazônico e um Riacho da Mata
Atlântica

São Paulo

2007

Luciana Paes de Andrade

Distribuição espacial e estrutura da comunidade
de crustáceos de águas intersticiais de um
Igarapé Amazônico e um Riacho da Mata
Atlântica

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade de
São Paulo, para a obtenção de
Título de Doutor em Ciências, na
Área de Zoologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Carlos
Eduardo Falavigna da Rocha

São Paulo

2007

Andrade, Luciana Paes de
Distribuição espacial e estrutura da
comunidade de crustáceos de águas
intersticiais de um Igarapé Amazônico e
um Riacho da Mata Atlântica
61 páginas

Tese (Doutorado) - Instituto de
Biociências da Universidade de São
Paulo. Departamento de Zoologia.

1. Crustacea 2. Copepoda 3.
Harpacticoida I. Universidade de São
Paulo. Instituto de Biociências.
Departamento de Zoologia.

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).
Orientador(a)

Aos meus amados
Guilherme, José, Romualdo e Vera

"O ignorante afirma, o sábio duvida e reflete".

(Aristóteles)

AGRADECIMENTOS

Gostaria, imensamente, de agradecer a todos que participaram, diretamente ou indiretamente, da confecção deste trabalho, em especial:

A Carlos Rocha, pela orientação, apoio e, acima de tudo, pela confiança. Obrigada Carlos, pelas idas a campo, pelas trocas de mensagens, pelas conversas e discussões sobre o trabalho. Obrigada por me ensinar que orientador e orientados podem caminhar lado a lado, aprendendo, com companheirismo e respeito. Agradeço por ter me ensinado muito mais coisas do que as relacionadas ao mundo dos microcrustáceos.

A Edinaldo Nélon, Sátya Ardaia e Paulo Corgosinho (Laboratório de Zooplâncton (INPA), por todo apoio logístico, esforço de campo e companheirismo em Manaus.

Aos companheiros de laboratório Ricardo, Terue e Rodrigo, por estarem sempre prontos a me ajudar nas minhas idas a São Paulo e também à distância. Terue, muito obrigada pelas sugestões na qualificação; Ricardo, muitíssimo obrigada por tudo, pelas caronas e pela ajuda no trabalho de campo. Vocês foram maravilhosos.

Ao colega Maurício Anaya, pela ajuda nas coletas da Boracéia. Ainda bem que aquele galho não te acertou...

Aos técnicos do Departamento de Zoologia da USP, pela ajuda no trabalho de campo, na Boracéia.

Ao colega e amigo Prof. Dr. Sílvio Fávero, pelo apoio nos momentos de desespero e pela ajuda nas análises estatísticas.

À equipe do laboratório da Profa. Cecília Amaral (UNICAMP), pelas análises de granulometria.

Aos colegas e amigos Daniel e Tietta, pela “força” no inglês e pela torcida.

Aos queridos amigos, Val, Tati, Lelê e Fi, que mesmo de longe, sei que torceram muito por mim. Val, gostaria aqui de fazer uma homenagem a você; a sua força, coragem e postura diante da vida me fizeram te admirar mais e mais.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio e compreensão. Pai, sei que a vida te levou para caminhos diferentes, mas aqui está o resultado de parte do seu esforço; eu o considero um verdadeiro “Doutor”. Mãe, muito obrigada pelo amor e apoio, principalmente com os cuidados ao nosso Guilherme. Obrigada por terem vindo, por terem ficado ao meu lado. Queridos irmãos, desculpe a ausência, mas a distância não diminui o meu amor por vocês!!

Ao meu marido, José Sabino, pela amizade, amor, ajudas no campo e na leitura da tese, pelas críticas, mas acima de tudo, pela compreensão nos meus momentos de crise, que não foram poucos... Aprendo com você dia-a-dia. Obrigada por estarmos construindo nossas vidas em conjunto, que tem como melhor resultado, nosso pequeno filhote.

E, por fim, ao Guilherme, meu filho mais do que amado, que me ensinou a ter mais paciência, a não deixar de brincar e a entender o que significa “ser mãe”.

Sumário

Introdução	01
Objetivos	13
Área de Estudo	14
Metodologia	18
Resultados.....	22
Discussão e Conclusões.....	30
Referências Bibliográficas	44
Resumo	55
Abstract	56
Anexos	57

1. INTRODUÇÃO

A complexidade ambiental e a alta diversidade de organismos são características comuns nos ecossistemas tropicais e subtropicais, sejam terrestres ou aquáticos (WILSON, 1988). Composta por distintos grupos taxonômicos e distribuída em diversos tipos de substratos, a comunidade bentônica é considerada a menos estudada dentre as comunidades aquáticas (TAKEDA *et al.*, 1997). Vale ressaltar que a meiofauna —constituída por animais com intervalo de tamanho entre 0,04 e 1 mm— é a parcela menos conhecida dentre os componentes bentônicos, particularmente aquela vivendo nos interstícios dos leitos de rios, riachos e áreas de nascentes.

Os estudos ecológicos recentes dos ambientes intersticiais de regiões de nascentes começaram com SCHWOERBEL (1961 a, b, 1964, 1967), que foi o primeiro a descrever a comunidade e a hidrologia desses ambientes como partes integrantes do ecossistema fluvial (BRETSCHKO & KLEMENS, 1986; BRETSCHKO, 1991; DANIELOPOL & MARMONIER, 1992). SCHWOERBEL sugeriu também a possibilidade de existir uma zona intersticial hiporrêica, que denominou “hyporheal”. Além disso, denominou os organismos epígeos e hipógeos que colonizam esse ambiente de hiporreobiontes.

Embora KARAMAN (1935), CHAPPUIS (1942) e ANGELIER (1953) tenham realizado investigações faunísticas na zona que se localiza na transição entre a água freática e a água dos rios (BRUNKE & GONSER, 1997), ela só foi reconhecida como uma zona distinta por ORGHIDAN (1959), que a denominou de **biótopo hiporrêico**.

Como uma zona de transição, o hábitat hiporrêico apresenta fatores de ambas as áreas adjacentes. Como o hábitat subterrâneo, a zona hiporrêica tem espaços intersticiais caracterizados pela permanente falta de luz, baixa velocidade de corrente e alta estabilidade do substrato, mas em contraste com a água freática, é composta parcialmente de água de superfície.

WHITE (1993) propôs uma definição da zona hiporrêica como sendo interstícios saturados abaixo do leito do rio que contêm uma proporção de água freática e sofrem alteração por infiltração de água da superfície. Especialmente a baixa velocidade da corrente, as reduzidas amplitudes diárias e anuais de temperatura, os gradientes dos parâmetros físico-químicos e a alta estabilidade do substrato distinguem esse hábitat da zona bentônica e o tornam peculiar.

GIBERT *et al.* (1990) desenvolveram um modelo dinâmico no qual há duas variantes: uma em que água subterrânea flui para o rio, e outra em que o rio repõe a água subterrânea. Eles enfatizam a importância da permeabilidade deste ecótono como filtro freático, mecânico e bioquímico. WILLIAMS (1984) aponta que o limite exato da zona hiporrêica é difícil de definir porque ele pode variar no tempo e no espaço.

O ambiente de águas subterrâneas é caracterizado por espaços intersticiais sem luz, com baixa velocidade de corrente e alta estabilidade de substrato. O ambiente de transição entre as águas subterrâneas e a água de superfície (a zona hiporrêica) é parcialmente composto pela água de superfície, que tem características distintas daquelas do subsolo (BRUNKE & GONSER, 1997). WILLIAMS (1984) aponta que o limite exato dessa zona é de difícil demarcação, pois eles podem variar no tempo e espaço. BRUNKE & GONSER (1997) concluíram que a zona hiporrêica pode ser delimitada pelos ambientes

que a cercam, pois combina fatores de ambos e cada parâmetro desenvolve seus próprios gradientes. A velocidade baixa de corrente, as reduzidas amplitudes de temperatura, anual e diária, os gradientes dos fatores físicos e químicos, e a alta estabilidade dos substratos colonizados distinguem esse hábitat dentro da zona bentônica (BRUNKE & GONSER, 1997).

A fauna intersticial vive em diferentes substratos e tem padrões de distribuição que podem ser relacionados com diversos fatores ambientais, como temperatura, concentração de oxigênio dissolvido, matéria orgânica particulada e dissolvida, flora microbiana, permeabilidade, porosidade, tamanho dos grãos, estabilidade do substrato e morfologia do canal (WILLIAMS, 1984, 1989; ROUCH, 1988; BÄRLOCHER & MURDOCH, 1989; DANIELOPOL, 1989; TRISKA *et al.*, 1989; DOLE-OLIVIER & MARMONIER, 1992). O conhecimento desses fatores é muito importante, pois estudos mostram que a hidrologia e a geomorfologia, direta ou indiretamente, controlam a distribuição dos organismos em habitats intersticiais (DOLE-OLIVIER & MARMONIER, 1992).

Variações ambientais podem alterar a constituição da fauna intersticial. A oscilação da temperatura nas regiões de surgências e ressurgências depende de mudanças na área da superfície-interstício, visto que a temperatura da água subterrânea varia de acordo com a média anual da temperatura do ar, enquanto os rios podem apresentar variações sazonais mais pronunciadas (WILLIAMS & HYNES, 1974; HYNES, 1983; CRISP, 1990; EVANS *et al.*, 1995). O regime de temperatura dos interstícios é importante para as águas subterrâneas e para o sistema fluvial, pois o desenvolvimento dos invertebrados e a atividade microbiana são dependentes desta variável (WARD & STANFORD, 1982).

Os macroinvertebrados aquáticos podem responder sensivelmente à direção das correntes aquáticas e à complexidade intersticial, como por exemplo, algumas espécies de oligoquetas, que reagem sensivelmente, de forma negativa ou positiva, às interações de águas da superfície e subterrânea (LAFONT *et al.*, 1992). O comportamento de crustáceos bentônicos e hipógeos é alterado pelo ambiente de superfície ou subterrâneo, e isso é refletido em sua distribuição espacial (BRUNKE & GONSER, 1997).

Segundo PENNAK (1988), os estudos sobre meiobentos de água doce, com enfoque na comunidade, se iniciaram com pesquisadores russos, especialmente Sassuchin, Kabanov e Neiswestnova. Em 1931, Sassuchin publicou um estudo das condições nos rios arenosos da Rússia. Na Polônia, Wiszniewski publicou 12 estudos sobre psamolitoral de lagoas, enfatizando a taxonomia dos rotíferos, com a descrição de novas espécies e Varga trabalhou com os rotíferos psâmicos na Hungria. WILSON (1935) foi o primeiro a chamar atenção para populações de copépodes harpaticóides no ambiente intersticial de águas doces e em praias marinhas. PENNAK (1939a, 1939b, 1951) fez estudos sobre a taxonomia, ecologia e estrutura populacional de organismos intersticiais de praias lacustres.

Dentre os biomas continentais, o domínio das águas subterrâneas, era usualmente considerado como um ambiente com baixa diversidade. Isto porque a execução de projetos durante a primeira metade do século XX, como, por exemplo, o programa “Biospeologica”, conduzido pelo Professor Racovitza e colaboradores em centenas de cavernas, principalmente do leste Europeu, revelara a existência de uma fauna aquática subterrânea pouco abundante e diversificada, muito embora de grande interesse biogeográfico. Com a

descoberta por KARAMAN (1935) de que sedimentos aluviais localizados abaixo e sob a influência direta da água corrente de rios e riachos, a zona hiporrêica de ORGHIDAN (1959), podia suportar uma fauna bastante diversificada, começou a ser executada uma série de projetos sobre a fauna intersticial dessa zona (ver revisões feitas por DANIELOPOL, 1982 e BRUNKE & GONSER, 1997). Contudo, os primeiros inventários foram executados em áreas geográficas amplas (dezenas a centenas de quilômetros) com baixa frequência de amostragens. Estudos conduzidos em áreas mais restritas (de alguns metros a algumas centenas de metros) em uma escala temporal mais ampla (um ou mais anos) evidenciaram uma diversidade mais elevada (DANIELOPOL, 1991; ROUCH & LESCHER-MOUTOUÉ, 1992; DOLE-OLIVIER *et al.*, 1993; CULVER & FONG, 1994; WARD & PALMER, 1994). Após a publicação da “Stygofauna Mundi”, em 1986, sob a coordenação de L. Bottonoseanu, uma síntese de todo o conhecimento até então existente sobre a fauna aquática subterrânea marinha e de água doce, o crescente acúmulo de novos dados sobre diversidade, biologia e ecologia da fauna subterrânea levou à necessidade de outras compilações, como aquelas que contribuíram com excelentes revisões sobre diferentes aspectos relativos à fauna subterrânea de água doce (e.g., WARD *et al.*, 2000; COINEAU, 2000; POULSON & LAVOIE, 2000).

Estudos contemporâneos têm mostrado que o ambiente intersticial é um mosaico de microambientes habitado por diferentes grupos de espécies com gradientes espaciais (DOLE, 1983; ROUCH, 1988; MARMONIER & DOLE, 1986; DANIELOPOL, 1991; DOLE-OLIVER *et al.*, 1993; DANIELOPOL *et al.*, 1996) e heterogeneidade temporal, vertical e horizontal (GIBERT *et al.*, 1994 a, b; CREUZÉ DE CHÂTELLIERS *et al.*, 1994).

Os organismos intersticiais possuem características morfológicas, fisiológicas e etológicas próprias, algumas das quais são estritamente relacionadas ao estilo de vida nos espaços existentes no sedimento. Contrariamente às adaptações dos animais à vida em cavernas, as adaptações à vida intersticial são pouco documentadas, provavelmente devido ao pequeno tamanho da fauna (ROUCH, 1968; SCHMINKE, 1981; DANIELOPOL & ROUCH, 1991; ROGULJ *et al*, 1993; DANIELOPOL *et al*, 1994, 1996).

Interstícios na zona hiporrêica e fundos de rio são freqüentemente colonizados por crustáceos meiobentônicos. Nematoda e Copepoda são dois grupos que apresentam grande plasticidade e têm representantes adaptados a viver nos espaços limitados do intersticial (JAKOBI & LOYOLA E SILVA, 1962).

Copépodes e ostrácodes são bem representados nesses ambientes (ROUCH, 1986), algumas vezes com vários graus de especialização. Ao contrário, os Cladocera são um grupo muito conservativo, pouco freqüente na água intersticial (FREY, 1987) e podem ter invadido esses ambientes apenas recentemente (DUMONT, 1987; NEGREA, 1994). Como resultado, eles mostram um menor grau de especialização e adaptação aos interstícios.

A vida intersticial apresenta maiores limitações devido ao espaço reduzido, à falta de luz e menor disponibilidade de alimento. Em resposta a essas condições, os crustáceos têm desenvolvido muitas especializações morfológicas e biológicas. O fator mais comum é a anoftalmia ou microftalmia (DANIELOPOL, 1980; REID & STRAYER, 1994). Despigmentação, tigmotaxia e miniaturização ocorrem nos copépodes como fatores pré-adaptativos (LESCHER & MOUTOUÉ, 1986; ROUCH, 1986).

Finalmente, a fauna intersticial, muito devido à sua reduzida capacidade de deslocamento, torna-se muito susceptível aos efeitos deletérios de origem antrópica, como despejo de esgotos doméstico e/ou industrial, assoreamento por ação de mineração, alteração de regime hídrico por construção de barragens para geração de energia hidrelétrica etc. Isto permite o uso de alguns dos componentes da fauna intersticial, após estudos toxicológicos específicos, por exemplo, em monitoramento de impactos ambientais.

Os Copepoda representam uma subclasse de Maxillopoda. BOXSHALL & HALSEY (2004) listaram 11.040 espécies de copépodes, em 1.775 gêneros e 218 famílias. Acredita-se que esse número facilmente poderá ser duplicado quando a diversidade de copépodes bentônicos e associados a outros organismos for melhor conhecida.

Copépodes têm uma alta diversidade de formas de corpo e de habitats, tendo colonizado muitos ambientes aquáticos (KIKUCHI, 1991, 1994; DEFAYE & HEYMER, 1996). Copépodes planctônicos têm corpos mais cilíndricos, com abdome estreito. Aqueles que vivem na parte superior da coluna d'água tendem a ser mais delgados e fusiformes. As espécies epibentônicas, que rastejam e nadam imediatamente acima do fundo, têm corpos um pouco mais largos. Copépodes bentônicos têm, comumente, corpos largos ou achatados. As espécies intersticiais são delgadas, longas e até vermiformes. REID & STRAYER (1994) discutiram detalhadamente a morfologia dos ciclopóides intersticiais.

Atualmente, Copepoda inclui dez ordens (HUYS & BOXSHALL, 1991), das quais apenas quatro (Harpacticoida, Cyclopoida, Calanoida e Gelyelloida) têm representantes de vida livre na água doce. Os Harpacticoida são raramente

encontrados no plâncton. Essa ordem inclui 52 famílias, das quais Canthocamptidae, Parastenocarididae e Phyllognathopodidae são as mais representativas nos ambientes de água doce, contendo a grande maioria das cerca de 1000 espécies e subespécies já conhecidas dentre as quase 3000 espécies de harpacticóides descritas. Os Cyclopoida incluem 12 famílias. Primariamente marinhos, invadiram secundariamente a água doce e o ambiente semiterrestre, a maioria das espécies pertencendo à família Cyclopidae (HUYS & BOXSHALL, 1991). Os Calanoida são organismos planctônicos, ocasionalmente encontrados em habitats bentônicos de lagos subterrâneos ou em nascentes cársticas. Exclusivos da água doce, os Gelyelloida são representados por apenas duas espécies de sistemas cársticos europeus e do leste dos Estados Unidos.

A condição geral sobre a distribuição dos copépodes é problemática, pois muitos táxons considerados como cosmopolitas parecem ter distribuição bem mais restrita (REID, 1997, 1998). A falta de dados também prejudica o verdadeiro padrão de distribuição de muitas espécies.

Copépodes das famílias Cyclopidae, Canthocamptidae e Parastenocarididae –grupos freqüentes na fauna intersticial– são amplamente distribuídos pelo mundo, embora membros dessas famílias sempre mostrem padrões de distribuição diferentes, dependendo do táxon considerado (LEWIS, 1986; REID, 1994; DUSSART & DEFAYE, 1995). Em estudos realizados no rio Claro, na Reserva de Boracéia, uma de nossas áreas de trabalho (ver mais adiante), AHNERT (1998) registrou os parastenocaridídeos *Potamocaris bidens* (NOODT, 1955) e *Forficatocaris* sp. *Potamocaris bidens* apareceu em amostras submersas enquanto *Forficatocaris*, em amostras de bancos emersos.

A situação taxonômica de Parastenocarididae é confusa e este é um grupo relativamente comum em águas intersticiais do mundo todo, inclusive no Brasil. CHAPPUIS (1933) nomeou a família como Parastenocaridae. O nome passou a ser usado desde então, embora indisponível por falta de uma diagnose. Uma diagnose curta foi elaborada por CHAPPUIS (1940). Diagnoses mais detalhadas apareceram posteriormente, como aquelas de LANG (1948), BORUTSKII (1952) e DAMIAN-GEORGESCU (1970). NOODT (1965) alterou o nome da família para Parastenocarididae. *Parastenocaris* Kessler, 1913 é tido como cosmopolita e também é o maior dos gêneros da família, com 206 espécies conhecidas. Recentemente, GALASSI & DE LAURENTIIS (2004) propuseram que *Parastenocaris sensu stricto* deveria incluir apenas as 14 espécies que compõem o grupo *brevipes*, como proposto por REID (1995), enquanto as demais espécies do gênero deveriam permanecer em *Parastenocaris sensu lato* aguardando uma revisão da família. Outros quatro gêneros restantes (*Forficatocaris* Jakobi, 1969, com 11 espécies; *Paraforficatocaris* Jakobi, 1972, 1 espécie; *Potamocaris* Dussart, 1979, 6 espécies, e *Murunducaris* Reid, 1994, 1 espécie) são exclusivamente Neotropicais. GALASSI & DE LAURENTIIS (2004) propuseram o gênero *Simplicaris*, que inclui duas espécies de águas subterrâneas da Itália e talvez outras duas, consideradas provisoriamente dentro do gênero como espécies *incertae sedis*.

A necessidade de uma revisão da família é evidente e recorrentemente mencionada na literatura produzida nas últimas décadas. Uma tentativa mal sucedida de revisão foi aquela de JAKOBI (1972), que propôs a divisão dos Parastenocarididae em 26 gêneros. No entanto, a proposta não foi aceita pela comunidade científica envolvida no estudo do grupo por terem sido detectados

problemas metodológicos (COTTARELLI & MAIOLINI, 1980; DUSSART, 1984; DUSSART & DEFAYE, 1990; POR, 1981, ROUCH, 1986; SCHMINKE, 1976, 1986).

No Brasil, de modo geral, o número de trabalhos sobre a diversidade de crustáceos da meiofauna de sedimentos aluviais e/ou nascentes ainda é relativamente pequeno. O conhecimento disponível refere-se à fauna encontrada em regiões dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Amazonas e Pará (ver os artigos de revisão de NOODT, 1969 e SCHMINKE, 1986, bem como os artigos de NOODT, 1972; JAKOBI, 1969a e 1969b). No entanto, a diversidade desses organismos mostra-se alta quando comparada a investigações feitas na Europa e América do Norte. REID (1984) descreve a riqueza de espécies de copépodes (28) em vários habitats aquáticos e semiterrestres de uma região do Brasil central como alta, visto que a riqueza de espécies encontrada em diferentes regiões da Europa varia de 3 a 21 (ROUCH & DANIELOPOL, 1997).

A Floresta Amazônica e a Mata Atlântica apresentam alguns estudos relacionados aos microcrustáceos, no entanto, eles relacionam-se apenas à identificação da fauna e sua distribuição. Há vários exemplos de similaridade florística (PRANCE, 1985; PEIXOTO, 1991; THOMAS *et al.* 1998) e faunística (CAMPBELL & LAMAR, 1989; SICK, 1997) nestas duas florestas.

THOMAS *et al.* (1998) mostram que cerca de 7% das espécies arbóreas da Mata Atlântica do sudeste da Bahia têm uma ampla distribuição e também ocorrem na Amazônia. Segundo PRANCE (1985) e PEIXOTO (1991), a ocorrência de certas espécies arbóreas nos dois biomas serve como exemplo de distribuição disjunta e testemunha períodos geológicos e climáticos anteriores, quando as duas maiores formações florestais do Brasil estiveram ligadas. SICK

(1997) ilustra este padrão de distribuição disjunta com o jacu-estalo (*Neomorphus geoffroyi*, Cuculidae), o chororão (*Crypturellus variegatus*, Tinamidae) e o surucú (*Trogon viridis*, Trogonidae), cabendo ressaltar que estas espécies de aves apresentam deslocamento geográfico restrito. A jararaca-verde (*Bothrops bilineata*, Viperidae) e a surucucu-pico-de-jaca (*Lachesis muta*, Viperidae) exemplificam espécies de serpentes viperídeas que ocorrem tanto na Amazônia como nas florestas litorâneas (CAMPBELL & LAMAR, 1989).

Além de casos em que os mesmos táxons ocorrem nas duas regiões, há também certas similaridades estruturais e funcionais entre as florestas Atlântica e Amazônica. Apesar das diferenças latitudinais, longitudinais, geológicas e no regime de chuvas, é possível reconhecer uma série de semelhanças no funcionamento e na estrutura dessas duas formações florestais. A existência de um dossel mais ou menos contínuo a cerca de 20 metros de altura com árvores emergentes esparsas, de 25 a 30 metros, a presença de um estrato intermediário (sub-bosque), os solos rasos com espessa camada de serapilheira e a rápida ciclagem de nutrientes mostram que há várias características similares entre as duas florestas (HERRERA, 1985; JORDAN, 1985; PEIXOTO, 1991; JOLY *et al.*, 1991; BIGARELLA, 1991).

Alguns estudos isolados (COSTA, 1987; SABINO & CASTRO, 1990; BUCK & SAZIMA, 1995) indicam a existência de similaridades entre ictiocenoses dos dois biomas. Por exemplo, tanto em riachos de Mata Atlântica como em igarapés da Amazônia, em geral com baixa produção primária “in situ”, há Characiformes que apresentam forte dependência de alimento de origem alóctone, constituído

basicamente de artrópodes terrestres, pequenos frutos e folhas (SABINO & CASTRO, 1990).

Todos os estudos citados acima se referem aos vertebrados. Não há estudos, neste aspecto, relacionados aos microcrustáceos. No entanto, é possível traçar algumas hipóteses, já que muitos dos invertebrados aquáticos são presas, principalmente dos peixes e assim como eles, ocupam diferentes micro-habitats. Pequenos bagres das famílias Auchenipteridae (*Auchenipterichthys dantei* e *Tatia* aff. *reticulata*) e Heptapteridae (*Pimelodella* sp. e *Rhamdioglanis frenatus*) usam seus barbilhões para especular o substrato em busca de presas, notadamente invertebrados aquáticos que vivem no leito de riachos da Amazônia e da Mata Atlântica, respectivamente (J. SABINO, com. pess.)

Embora haja muita informação sobre o desenvolvimento e os ciclos de vida de ciclopóides planctônicos e harpacticóides marinhos bentônicos (SARVALA, 1990), pouco se sabe sobre esses aspectos relativos aos copépodes bentônicos de água doce (SARVALA, 1977; SCHMINCKE, 1982; DAHMS, 1990), especialmente aqueles de habitats lóticos (RUNDLE & HILDREW, 1990). A taxa de desenvolvimento de copépodes bentônicos é fortemente afetada pela temperatura e pela disponibilidade de alimento (ROUCH, 1968; SARVALA, 1979).

Microcrustáceos apresentam uma grande variedade de hábitos alimentares. No entanto, a maioria dos estudos concentra-se sobre a dieta dos animais marinhos (HICKS & COULL, 1983; MARCOTTE, 1986; HUYS *et al*, 1996), ou de espécies de água doce planctônicas (BRANDL, 1997). Pouco se conhece da dieta dos animais bentônicos e dos intersticiais. Grande parte dos ciclopóides é predadora, alimentando-se de rotíferos, oligoquetas, larvas de

quironomídeos e outros crustáceos pequenos (FRYER, 1957, 1993). O principal recurso alimentar dos harpacticóides intersticiais parece ser matéria orgânica e, muito provavelmente, o biofilme associado a ela.

Entre os fatores abióticos, o pH tem um importante papel na composição das espécies de copépodes bentônicos (RUNDLE & HILDREW, 1990; RUNDLE & ORMEROD, 1991; FRYER, 1993). Nas espécies intersticiais, a concentração de oxigênio dissolvido é determinante na distribuição das espécies nas diferentes escalas temporais e espaciais já estudadas (POSPISIL, 1994; WARD & VOELZ, 1997). Mas, algumas espécies de *Parastenocaris* toleram um amplo espectro de variação na concentração de oxigênio dissolvido na água [0,25-7,9 mg/l, para *P. phyllura*; 0,7-12,1 mg/l, para *P. glacialis*, segundo ENCKELL (1968)]. *Parastenocaris germanica* tolera teor de 0,1 mg/l (NOTENBOOM *et al.*, 1992).

2. OBJETIVOS

- Comparar a diversidade, distribuição e estrutura da comunidade da fauna de copépodes de águas intersticiais da zona hiporrêica de um igarapé da Amazônia Central e um rio da mata atlântica da região Sudeste do Brasil.
- Identificar as espécies e investigar a distribuição espacial e a estrutura da comunidade no tempo e no espaço, relacionando a ocorrência, distribuição e abundância dos diferentes táxons com variações de temperatura, pH, teor de oxigênio dissolvido e granulometria do sedimento.

3. ÁREA DE ESTUDO

Para a realização deste estudo, foram selecionados dois riachos de floresta, um na Amazônia Central e outro na Mata Atlântica.

O primeiro dos riachos, o igarapé da Usina de Asfalto (nome este utilizado neste trabalho, relacionado ao fato de em suas proximidades ter sido instalada uma usina para a preparação do asfalto da rodovia Manaus – Presidente Figueiredo), localiza-se a cerca de 70 km ao norte de Manaus, Amazonas (02°08'S; 59°59'W). Este igarapé é um afluente do rio Urubu, que, por sua vez, deságua no rio Amazonas (Figura 1).

Esta área de estudo compreendeu um trecho de cerca de 100 m de comprimento do igarapé, com profundidades variando de 0,1 a 0,3 m nos trechos mais rasos até 1,5 m nas partes mais profundas. A velocidade da correnteza foi de 0,2 m/s nos remansos e 0,7 m/s na corredeira.

A maior parte do leito do igarapé é de areia, com áreas de deposição de folhedo nos locais de menor correnteza. Contribuindo para aumentar a complexidade estrutural do ambiente, há troncos de árvores, vegetação marginal parcialmente submersa e macrófitas aquáticas (Figura 2). Essa vegetação é composta basicamente por Cyperaceae, Araceae e Melastomataceae, alguns bancos de *Tonina* sp. (Eriocaulaceae) e algas filamentosas. O igarapé da Usina de Asfalto é um riacho de águas claras, com transparência horizontal superior a 5 metros e pH em torno de 5,0. Durante o período de estudo a temperatura variou de 23 a 24,5°C.

Figura 1. Mapa da região de Manaus, Amazonas, e a região da Estação Biológica da Boracéia, Salesópolis, São Paulo, com indicações das áreas de estudo no Igarapé da Usina de Asfalto (A) e Rio Claro (B).

Figura 2 – Trecho estudado do igarapé da Usina de Asfalto, Amazonas.

O segundo riacho, o rio Claro (23°38'S; 45°56'W), situa-se na Estação Biológica da Boracéia, no município de Salesópolis, São Paulo.

As profundidades variaram de 0,1 a 0,5 m nos trechos mais rasos, até 1,6 m nas partes mais profunda, predominando, entretanto, locais com 0,8 a 1,0 m. A velocidade da correnteza oscilou entre 0,2 e 0,3 m/s nos remansos e entre 0,7 e 1,1 m/s nas corredeiras. O leito do riacho é predominantemente formado por cascalho e areia, com áreas de deposição de detritos vegetais (principalmente folhas) nos locais de menor correnteza.

Troncos de árvores submersos, galhos, raízes e vegetação marginal parcialmente submersas aumentam a complexidade estrutural do ambiente. A vegetação marginal é composta basicamente por Graminae e Pteridophyta (Figura 3). Algas constituem a vegetação aquática que recobre as pedras do leito (perifíton) e estão representadas em especial por Bacillariophyta e Cyanophyta. A água do riacho apresentou transparência horizontal que variou

de 6 a 8 metros, o pH em torno de 7,0 e os valores da temperatura da água oscilaram entre 17 e 21°C durante o período de estudo.

Figura 3 – Trecho estudado no rio Claro, Reserva Biológica da Boracéia, Salesópolis, São Paulo.

4. METODOLOGIA

Foram escolhidas determinadas áreas nos dois locais estudados, rio Claro e igarapé da Usina de Asfalto, que representassem diferentes micro-habitats, tais como área de remanso, área de maior correnteza, área de depósito de material vegetal etc. Os dois locais estudados foram escolhidos por apresentarem características semelhantes, tais como extensão do corpo d'água, largura do mesmo, tipo de substrato e grau de cobertura da mata ciliar. Os diferentes micro-habitats foram amostrados em períodos de seca e chuva. Cada amostragem foi repetida duas vezes para obtenção de réplicas. Tais réplicas foram determinadas de forma aleatória.

Para cada amostra, dez litros de água intersticial foram bombeados a 30cm abaixo da superfície do substrato, usando-se o método de bombeamento de BOU & ROUCH (1967) (Figura 4). A água foi filtrada em rede de 40 μ m (Figura 5), e o material nela retido, fixado em solução de formalina 4% e corado com floxina.

Figura 4 – Coleta de material, usando-se o método de bombeamento de BOU-ROUCH (1967).

Figura 5 – Filtragem do material amostrado, em rede com malha de 40 μ m.

A velocidade da correnteza foi medida com fluxômetro mecânico. Para a caracterização mais detalhada da água, foram amostrados outros parâmetros físicos e químicos, como temperatura (com termômetro digital), oxigênio dissolvido (com oxímetro Digimed), pH (com pHmetro Digimed), condutividade e transparência horizontal (com disco de Secchi).

No laboratório, os crustáceos encontrados foram identificados ao nível de grandes grupos e transferidos para frascos etiquetados. Posteriormente os espécimes foram examinados mais pormenorizadamente para a identificação da espécie. Para isso, preparações provisórias foram feitas como se segue: um ou vários animais inteiros (fêmeas e machos) de um mesmo tipo morfológico foram colocados em gota de ácido láctico a 80 % sobre lâmina histológica; a preparação foi coberta com uma lamínula suportada por fragmentos de lamínula depositados sobre a lâmina. Tal procedimento evita

que o(s) animal(is) seja(m) esmagado(s), além de permitir que o observador coloque os espécimes em diferentes posições, para observação de detalhes existentes nas diferentes superfícies do corpo do animal e de seus apêndices.

Análises de similaridade entre as amostras do mesmo local (Manaus ou Boracéia nas épocas de chuva e seca) e entre os dois locais (Manaus e Boracéia, na chuva ou na seca) foram realizadas. Os grupamentos resultantes foram apresentados sob a forma de dendrogramas em que as variáveis são interligadas de acordo com as suas similaridades. Testes de análise de grupamentos (“cluster analysis”) foram utilizados com o objetivo de avaliar as tendências de semelhanças entre os dados, tanto a nível espacial como temporal. Este é um tipo de análise multivariada de classificação hierárquica que tem como objetivo definir quais são os grupos de entidades (amostras) mais semelhanças entre si.

A primeira etapa da análise de cluster consiste em construir uma matriz triangular com as $[n(n-1)] : 2$ medidas (coeficientes) de similaridade entre cada par de amostras (SNEATH & SOKAL, 1973, GAUCH, 1982). Geralmente, medidas de similaridade estão entre 0 e 1 (totalmente dissimilares a idênticas, ex. Bray-Curtis e Jaccard), mas a interpretação dos valores pode variar de acordo com o coeficiente escolhido (alguns, como a Distância Euclidiana, podem ser <0 ou >1).

As informações das matrizes de dados ecológicas têm caráter multivariado (ocorrência e/ou abundância de espécies) há várias formas de quantificar as semelhanças ou diferenças, inclusive porque os diferentes coeficientes dão maior peso a um ou outro aspecto das amostras ou da

ocorrência das espécies (GREEN, 1979). A análise de componentes principais foi feita para se evidenciar e hierarquizar, de modo integrado, os fatores ecológicos (eixos) responsáveis pela variância dos dados.

5. RESULTADOS

Após a triagem do material, os microcrustáceos foram identificados e quantificados. Em todas as amostras —exceto naquelas em que não foi encontrado qualquer microcrustáceo— foram identificados copepoditos; quando não foi possível a identificação da espécie dos copepoditos, eles foram separados e quantificados.

As espécies de Harpacticoida encontradas em Manaus estão sendo aqui denominadas de A e B, pois ainda não foram identificadas. No entanto, tais espécies apresentam morfologia extremamente similar às incluídas nos gêneros *Forficatocaris* e *Potamocaris*, respectivamente. No grupo aqui chamado de A, provavelmente, encontram-se duas espécies novas de *Forficatocaris* e no grupo aqui chamado de B, uma espécie nova de *Potamocaris*.

Os dados ecológicos, dos fatores abióticos medidos (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e granulometria) encontram-se nas Tabelas 1 a 4 (Anexo).

As análises estatísticas realizadas tiveram por objetivo determinar o grau de similaridade que os locais amostrados apresentam, tanto comparando o mesmo local em períodos de seca e chuva, quanto comparando mata atlântica e floresta amazônica em seus períodos correspondentes. Como resultado dessas análises, foram obtidos planos fatoriais, representados nas Figuras 6, 7, 8 e 9. A observação desses dados permite delinear um padrão de ocupação dos microcrustáceos no substrato, que “obedecem” uma ordem, tanto na Boracéia quanto em Manaus. Na areia grossa, há dominância de copepoditos,

Forficatocaris e do Harpaticoida A — grupo formado pelas duas espécies novas de *Forficatocaris* de Manaus—, respectivamente. Ou seja, essas três espécies e os copepoditos exploram o mesmo tipo de micro-hábitat no substrato.

Quando encontramos areia média como substrato predominante, há um aumento na presença dos outros gêneros, como *Potamocaris* e *Parastenocaris* (Boracéia) e Harpaticoida B (espécie nova de *Potamocaris*) em Manaus, e um declínio no número de copepoditos.

A análise de componentes principais determinou o(s) componente(s) abióticos que mais interferem na distribuição das espécies. O índice pluviométrico nessas regiões não foi obtido, mas ficou claro que no período de chuvas menos intensas (nas duas regiões), o número de indivíduos encontrados nos bancos de areia expostos foi muito baixo ou até mesmo inexistente (Tabelas 1-4). Sem dúvida, a restrição de água limita a distribuição dos microcrustáceos.

Os fatores evidenciados como os responsáveis pela distribuição dos organismos foi o relacionado à temperatura, granulometria do sedimento e ao pH.

É importante salientar também que outros grupos de invertebrados também foram encontrados, tais como Rotifera, Nematoda e larvas de insetos.

Parte do material coletado e identificado, será depositado na coleção científica do Museu de Zoologia da USP.

Figura 6 – Plano fatorial da análise de componentes principais nas amostras obtidas durante a estação chuvosa na Reserva Biológica da Boracéia, Salesópolis, São Paulo.

Figura 7 – Plano fatorial da análise de componentes principais nas amostras obtidas durante a estação menos chuvosa na Reserva Biológica da Boracéia, Salesópolis, São Paulo.

Figura 8 – Plano fatorial da análise de componentes principais nas amostras obtidas durante a estação chuvosa no Igarapé da Usina de Asfalto, Manaus, Amazonas.

Figura 9 – Plano fatorial da análise de componentes principais nas amostras obtidas durante a estação menos chuvosa no Igarapé da Usina de Asfalto, Manaus, Amazonas.

Por meio da análise da figura 6, pode-se verificar que o componente 1 explica 64,5% da variância dos dados resultantes das análises das amostras provenientes da Reserva Biológica da Boracéia, durante a estação chuvosa. Ele é negativamente correlacionado às espécies encontradas, contribuindo por suas abundâncias nos locais de baixa temperatura que correspondem aos locais 2, 5, 6, 7 e 9. As espécies encontradas nos pontos 3 e 8 são abundantes em temperaturas intermediárias. E a temperatura alta (ponto 1, emerso) não permitiu o desenvolvimento de qualquer espécie. O eixo 2 explica 13,2% da variância e os pontos 2, 3, 5 e 7 estão positivamente correlacionados com o pH e granulometria.

Pode-se observar também, através da figura 7 que o componente 1 (62,7% da variância dos dados), das amostras provenientes da Reserva Biológica da Boracéia, durante a estação seca, é negativamente correlacionado às espécies encontradas contribuindo por suas abundâncias nos locais de baixa temperatura que correspondem aos locais 5, 6, 7, 8 e 9. As espécies encontradas nos pontos 1, 2 e 3 estão positivamente correlacionadas com a temperatura. No entanto, através da análise das tabelas (ver Anexo), verificamos que não foram encontrados microcrustáceos nestes pontos. Portanto, as espécies estão distribuídas apenas nos pontos de baixa temperatura. O eixo 2 explica 19,7% da variância e está positivamente correlacionado com o pH (pontos 6 e 9) e granulometria (pontos 1, 2 e 3). As espécies estão distribuídas, principalmente no sedimento constituído de grãos de areia média.

Verificamos, através da figura 8, que na Amazônia a distribuição das espécies tem uma relação maior com as temperaturas mais elevadas, já que

nos pontos 8 e 9, onde há relação negativa com a temperatura, poucos indivíduos foram encontrados. O eixo 1 explica a variância de 51,9% dos dados resultantes das análises das amostras provenientes do igarapé da Usina de Asfalto, em Manaus, durante a estação chuvosa. O inverso é observado nos locais de 1 a 7 (ou seja, temperaturas mais elevadas). O eixo 2 explica 29,1% da variância e está positivamente correlacionado com o pH e granulometria. As espécies estão distribuídas em locais com pH mais baixo, mas com granulometria intermediária (areia média).

Por meio da análise da figura 9, pode-se verificar que o componente 1 explica 66,1% da variância dos dados resultantes das análises das amostras provenientes do igarapé da Usina de Asfalto, durante a estação seca. Ele correlaciona-se negativamente às espécies encontradas e contribui por suas abundâncias nos locais de baixa temperatura, que correspondem aos locais 1, 2, 3, 5, e 9. O inverso é observado nos locais 4, 6, 7 e 8. Ou seja, as espécies estão mais distribuídas em locais com temperatura mais elevada. O eixo 2 explica 24,0% da variância e está positivamente correlacionado com o pH e granulometria, explicando a distribuição das espécies por ambientes com valores de pH mais baixo e areia mais grossa.

6. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A distribuição dos invertebrados bentônicos parece estar estreitamente relacionada ao tipo de substrato e a fatores abióticos presentes. Notadamente, os microcrustáceos bentônicos têm distribuição ligada a substratos arenosos e, a granulometria do substrato influencia diretamente a composição e distribuição das espécies.

A distribuição encontrada nas amostras, tanto as provenientes da mata atlântica quanto da Amazônia, mostra casos de similaridade no uso do substrato. Essas semelhanças indicam a existência de certo grau de uniformidade estrutural e funcional entre comunidades de microcrustáceos bentônicos de riachos dessas duas florestas tropicais.

MINSHALL *et al.* (1985) revisaram e sintetizaram diferentes teorias sobre ecologia de riachos, propondo um padrão geral de funcionamento, baseado na entrada de matéria e nos grupos tróficos que se alteram longitudinalmente no sistema. Esse modelo, desenvolvido originalmente para ambientes temperados, é conhecido como Conceito do Rio Contínuo (“River Continuum Concept”, VANNOTE *et al.*, 1980). Segundo esse modelo, riachos de floresta começam com forte influência terrestre (caracterizada pelo aporte de itens alóctones), desenvolvendo-se ao longo de um gradiente para áreas com predomínio de macrófitas e fitoplâncton, com seus respectivos consumidores. MINSHALL *et al.* (1985) ressaltaram que o conceito de continuidade de rio sintetiza a teoria sobre ecologia de riachos, mas alertam para as limitações de se aplicar esse padrão geral a riachos de diferentes regiões biogeográficas,

visto que a maioria das informações para a elaboração desse modelo foi obtida em ambientes temperados.

A hipótese central deste trabalho é a de que, mesmo considerando diferenças biogeográficas e históricas, deve haver uma grande similaridade na estrutura das comunidades de microcrustáceos bentônicos, principalmente quando relacionada à exploração de micro-habitats. Apesar de as espécies de microcrustáceos que compõem os dois ambientes — mata atlântica e Amazônia — serem distintas, os riachos estudados apresentam estrutura física parecida.

A zona hiporrêica de águas lólicas vem sendo lenta, porém gradativamente alterada pela construção de hidrelétricas que modificam a dinâmica dos rios nas áreas represadas. A diminuição da corrente leva à deposição de sedimentos finos sobre os bancos de areia do fundo, preenchendo os interstícios entre os grãos, e à queda dos níveis de oxigênio do substrato e da água próxima a ele. Tais mudanças ambientais têm fortes reflexos negativos sobre as populações da fauna intersticial, em particular dos copépodes. O estudo em áreas de rios ainda pouco ou nada perturbadas por ação antrópica das mais diversas naturezas é importante no sentido de se compreender a diversidade, estrutura da comunidade e a dinâmica das populações mediante as variações espaciais e temporais dos parâmetros ambientais. Tal conhecimento é importante não só em termos de riqueza de espécies e de biogeografia, mas também para estudos de avaliação de impacto ambiental, que, de uma forma não intencional, negligenciam essa biota.

Segundo REID (1982, 1984, 1987, 1993, (1994), a, b) os estudos feitos nas terras altas da região central do Brasil, mostram uma composição de copépodes ciclopóides e harpaticóides epibênticos e intersticiais, sendo o

grupo dos parastenocaridídeos particularmente bem representado. Enquanto calanóides e ciclopóides são comuns em ambientes pelágicos, harpaticóides vivem no ou próximo ao substrato, entre os grãos de substrato ou em áreas litorâneas (DUSSART & DEFAYE, 2001). Apesar do número de espécies encontrados em nossas amostras ser pequeno, as populações amostradas de harpaticóides parastenocaridídeos são abundantes.

A sistemática da família Parastenocarididae é confusa, começando-se pela nomenclatura. O nome da família — grafado inicialmente como Parastenocaridae— foi utilizado primeiramente por Chappuis em 1933 e aceito por vários autores, mas, posteriormente, não se tornou válido. Várias diagnoses para a família foram feitas, mas o nome da família foi alterado para Parastenocarididae por Noodt em 1965 (REID, 1994).

A família Parastenocarididae contém aproximadamente 200 espécies, distribuídas em 5 gêneros: *Forficatocaris* Jakobi, 1969, *Paraforficatocaris* Jakobi, 1972a, *Parastenocaris* Kessler, 1913a, e *Potamocaris* Dussart, 1979 e *Murunducaris* Reid, 1994. Destes, *Parastenocaris* é o gênero com o maior número de espécies e maior distribuição; os demais têm poucas espécies descritas e são exclusivamente neotropicais (REID, 1994).

De acordo com REID (1991), o gênero *Potamocaris* compreende seis espécies: *P. bidens*, descrito por NOODT (1955), como uma espécie de *Parastenocaris* do rio Paraíba, Brasil; *P. bífida*, *P. bidentata* e *P. tridentata*, registrados no rio Paraná, Argentina (DUSSART, 1979, 1981); e *P. cuiabensis* e *P. estevesi*, de Cuiabá e lagoa de Cima, uma lagoa de água doce no estado do Rio de Janeiro, Brasil.

ARBIZU (1997) afirma que o gênero *Parastenocaris* é polifilético. Segundo o autor, uma revisão desse gênero resultará em um reconhecimento de um número de grupos monofiléticos, um dos quais, será o gênero *Fontinalicaris* (um dos gêneros propostos por JAKOBI, 1972)

Além disso, segundo REID (1991), apesar de o gênero *Potamocaris* ter distribuição tropical e subtropical, ele não havia sido registrado para a Bacia Amazônica até àquela data. No presente estudo, fazemos o registro de uma nova espécie de *Potamocaris* para a região.

ROCHA *et al.* (1998) fizeram a descrição da fêmea de *P. estevesi*, mas afirmam que tal descrição contribuiu muito pouco para a distinção das espécies de *Potamocaris*. As espécies exibem alto grau de dimorfismo sexual e as fêmeas são muito similares entre si. Desta forma, torna-se complexo atribuir fêmeas encontradas em um determinado local a machos de espécies identificadas quando ocorrem em áreas diferentes.

Com a descoberta de que os ciclopóides podem ocupar uma grande variedade de ambientes semi-aquáticos, como musgos, bromélias, folhas e ambientes intersticiais, a primeira metade do século XX viu um aumento no número de gêneros descritos. No entanto, muitas dessas descrições foram inadequadas e incompletas. A visão de que a morfologia da perna 5 representa um fator primordial para a sistemática dos ciclopóides (KIEFER, 1927, 1928a), causou uma “revolução” na qualidade das definições dos gêneros descritos.

O conhecimento do grupo permanece inadequado e insuficiente, com algumas exceções; portanto, para que a análise das relações filogenéticas dos Cyclopidae seja feita ainda, é necessária a construção do conhecimento básico da descrição e identificação correta das espécies (FIERS, 2002).

Segundo SARVALA (1998), há grupos distintos de harpacticóides e cyclopóides que vivem no ambiente intersticial; mas para ambos os grupos, há uma característica comum, que é o tamanho diminuto quando comparado aos demais integrantes de seus grupos.

Os cyclopóides intersticiais são estruturalmente bem adaptados com seu corpo vermiforme e com a redução do número de ovos; apresentam certa convergência com os harpacticóides da família Parastenocarididae. O gênero *Halicyclops* pode ser abundante nesses ambientes (GIERE, 1993). Nas coletas realizadas no presente estudo, particularmente em Manaus, não identificamos a espécie de Cyclopidae presente, já que apenas machos foram encontrados, o que dificultou a identificação dos mesmos a nível de gênero.

REID (1993) registrou 11 espécies de *Forficatocaris*, 5 espécies de *Parastenocaris*, uma de *Potamocaris* (*P. cuiabensis*) e um Parastenocarididae para algumas regiões do Brasil, como Bahia, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e Distrito Federal.

A composição da fauna dos harpacticóides nessas regiões revelou um grande número de espécies de *Forficatocaris*. A região do cerrado brasileiro está no centro de distribuição geográfica desse gênero, que se estende da Amazônia peruana ao Paraguai e a sudeste da costa atlântica brasileira (REID, 1982). Apesar dos diferentes tipos de substratos em que essas espécies foram encontradas, provavelmente o hábitat preferido delas seja o sedimento orgânico das margens dos rios.

Nas amostras provenientes da mata atlântica e da Amazônia, as espécies de *Forficatocaris* encontradas não ocupam as margens dos rios, mas

sua distribuição tem relação direta com os ambientes constituídos por grãos de areia médios.

O número de espécies de *Parastenocaris* coletado por REID (1993) na região do cerrado brasileiro (5) é baixo quando comparado às 13 espécies conhecidas da bacia amazônica e às 14 espécies conhecidas para a bacia do Paraná, sendo a maioria delas coletada nos interstícios de sedimentos arenosos. Esse gênero parece ter tido menos sucesso do que *Forficatocaris* em solos orgânicos. Entre os fatores que ajudam o sucesso de *Forficatocaris* é seu tamanho relativamente grande, cerca de 0,5 mm de comprimento; outros parastenocaridídeos encontrados em solos orgânicos são muito menores, com cerca de 0,3 mm de comprimento. A capacidade reprodutiva de *Forficatocaris* pode ser maior, já que as fêmeas observadas carregavam cerca de cinco sacos de ovos, com dois ovos cada; o mesmo fato foi observado em um grande número de fêmeas coletadas, tanto na mata atlântica, quanto na região amazônica. *Forficatocaris* possui o maior grau de desenvolvimento do dimorfismo sexual e de apêndices modificados dentro da família, o que pode aumentar a eficiência do reconhecimento entre os sexos e a reprodução em um ambiente com baixas densidades de indivíduos e, conseqüente redução nas chances de encontros entre os sexos (REID, 1984).

No presente trabalho, o número de espécies de *Parastenocaris* também é muito baixo (1), assim como o de *Potamocaris*. Segundo TAKEDA *et al.* (2001), há diferenças na seleção de micro-habitats por quatro espécies de *Potamocaris* no rio Paraná, com base no tamanho dos grãos do substrato.

Na investigação realizada por AHNERT (1998), feita também no rio Claro, na Reserva Ecológica da Boracéia, foram encontradas duas espécies de

Parastenocarididae: *Potamocaris bidens* (Noodt, 1955) e *Forficatocaris* sp. Essas espécies foram as mesmas encontradas na presente pesquisa, no mesmo local de estudo. No entanto, encontramos as duas espécies nas mesmas amostras em 85% dos casos. No trabalho realizado por AHNERT (1998), as duas espécies não co-ocorreram em praticamente todas as amostras; apenas em um ponto, um exemplar de *P. bidens* foi encontrado entre os exemplares de *Forficatocaris* sp. Ainda no estudo de AHNERT (1998), *Potamocaris bidens* ocorreu em amostras coletadas em áreas submersas, enquanto *Forficatocaris*, em amostras coletadas em áreas emersas. No trabalho publicado em 1998, Arnert cita que *Potamocaris bidens* foi descrito como *Parastenocaris bidens* (Noodt, 1955) a partir de um único exemplar de fêmea danificado, e que a redescrição dessa espécie seria feita em um artigo futuro que incluiria a filogenia dos gêneros *Potamocaris* e *Forficatocaris*. No entanto, essa publicação nunca foi feita e *Forficatocaris* sp. continua sem descrição.

Na presente investigação, não foi possível detectar diferenças na distribuição horizontal dessas espécies, e elas ocupam tanto ambientes emersos quanto submersos, assim concordando com outros estudos realizados na América do Sul, em que exemplares de *Potamocaris* foram encontrados em ambos os ambientes. Há, portanto, uma discordância com AHNERT (1998), que sugere o ambiente submerso como o preferido para as espécies de *Potamocaris* e o ambiente emerso para as espécies de *Forficatocaris*.

Apesar de JAKOBI (1969a) ter afirmado que ocorre uma associação entre espécies de *Bathynella* e de *Parastenocaris*, não encontramos representantes do grupo dos Bathynellacea em nossas amostras.

Os ambientes intersticiais, anteriormente considerados homogêneos, quando comparados aos biótopos epígeos, são agora reconhecidos como heterogêneos, principalmente devido à influência dos aspectos físicos, químicos e biológicos da estrutura do sistema (COTTARELLI & BRUNO, 1993). ROUGH & DANIELOPOL (1997) afirmam que estudos demonstram claramente que a heterogeneidade espacial e temporal da distribuição das espécies depende da estrutura e do funcionamento das áreas estudadas.

As temperaturas encontradas durante este estudo variaram significativamente e influenciaram na distribuição das espécies. Pode-se afirmar que ocorre uma migração horizontal dos microcrustáceos quando há alteração nos níveis de águas (épocas de chuva intensa e menos intensa); certamente o regime de chuvas implica em alterações de temperatura do substrato, já que na época de menor pluviosidade muitos bancos de areia ficam expostos e recebem a luz solar direta, o que eleva a temperatura desse ambiente. Nesse caso, a água funciona como um “tampão” para a elevação da temperatura.

Tanto na região amazônica como na mata atlântica, os organismos migram para substratos imersos quando há diminuição no regime de chuvas e o nível da água abaixa, deixando expostos bancos de areia na região litorânea. A distribuição dos crustáceos intersticiais, no presente estudo, é, portanto, fortemente influenciada pelo regime de chuvas e, conseqüente alteração de temperatura, resultado que corrobora os estudos feitos por PENNAK & WARD (1986).

Estudos acerca das migrações horizontais de copépodes intersticiais são escassos. A distribuição horizontal está diretamente relacionada à

seletividade nutricional e à adaptação das espécies às condições físicas do sedimento (GIERE, 1993). A migração vertical de copépodes é bem mais estudada, sendo alvo de muitas controvérsias. Ela pode ser causada pela luz, mas também pode ser uma estratégia de defesa contra a predação por invertebrados e vertebrados (LAMPERT, 1993). A maioria dessas observações foi feita enfocando ciclopóides e calanóides; harpaticóides, apesar de terem hábito bentônico, também podem migrar (KIEFER, 1978; EVSTIGNEEVA *et al.*, 1991).

A predação é raramente encontrada em harpaticóides de água doce, mas *Phyllognathopus viguieri* pode comer nematódeos (LEHMAN & REID, 1992). O principal recurso alimentar dos harpaticóides é matéria orgânica, assim como pequenas partículas e, muito provavelmente, o biofilme microbiano associado a ela (DOLE-OLIVER *et al.*, 2000). Outros organismos foram encontrados durante as coletas, tais como Nematoda, Insecta, Oligochaeta e Rotífera.

No entanto, os microcrustáceos compreenderam 88% dos organismos amostrados; esse valor é encontrado para ambos os ambientes e estações de chuvas intensas e menos intensas. Nos estudos de PENNAK & WARD (1986), esse número variou entre 87 e 91%, conforme o local amostrado.

O segundo grupo com maior representatividade foi o dos Nematoda, principalmente nas amostras com maior porcentagem de areia fina. Nas amostras em que há predomínio de areia média e areia grossa, a presença dos Nematoda é pequena ou inexistente. A granulometria do substrato é determinante para a composição da fauna intersticial. Sob determinadas condições, os nematódeos compreendem a maior parte da fauna intersticial; em depósitos aluviais do rio Danúbio, DANIELOPOL (1986) encontrou as maiores

populações de Nematoda nas amostras de sedimento fino. Ali, os nematódeos compunham cerca de 80% da fauna presente. KOWARC (1990) também destaca maior dominância de harpaticóides, *Limnocalanus macrurus*, na comunidade de meiofauna de um riacho austríaco. ENCKELL (1995) destaca que em todas as praias amostradas da Islândia, foram encontrados, além dos copépodes do gênero *Parastenocaris*, nematódeos e oligoquetas.

A temperatura pode ser um fator fundamental na vida dos copépodes, particularmente nas regiões temperadas, onde ocorrem variações marcantes nas temperaturas ao longo do ano (DUSSART & DEFAYE, 2001). Além da temperatura, o aporte de alimento é determinante para o desenvolvimento das comunidades de harpaticóides (GIERE, 1993).

O regime de temperatura nos interstícios é importante para o desenvolvimento dos invertebrados (Dole-Olivier *et al.*, 2000) e para a atividade microbiana (WARD & STANFORD, 1982); isto pode causar variações de outros parâmetros físico-químicos, como o pH, por exemplo.

No presente estudo, apesar de ser realizado em região tropical, a temperatura foi o fator que mais influenciou a distribuição dos organismos; houve diferença significativa entre os valores encontrados nas diferentes estações de coleta, nas diferentes épocas do ano.

Entre os fatores abióticos, o pH tem um papel importante na composição das espécies de comunidades de copépodes bentônicos, podendo limitar o desenvolvimento das espécies (FRYER, 1980). Os efeitos do pH na distribuição dos copépodes bentônicos de água doce são pouco estudados. No entanto, sabe-se que algumas espécies de copépodes, como *Moraria brevipes*, são negativamente correlacionadas ao pH (RUNDLE, 1990). Outros copépodes

são adaptados a viver numa faixa extensa de pH (FRYER, 1993). Sabe-se que valores muito altos de pH são observados em ambientes eutrofizados, mas poucos estudos mostram a influência direta do pH no ciclo de vida dos copépodes (HESSEN & NILSEN, 1983).

Em nossos estudos, os valores de pH influenciaram a distribuição dos copépodes intersticiais. Há diferenças significativas dos valores quando comparamos localidades distintas (Amazônia e mata atlântica); no entanto, quando comparamos as estações seca e chuvosa de um mesmo local, essa diferença não aparece. Portanto, a distribuição das espécies mais ampla (ocorre em um número maior de pontos amostrados) ou mais restrita que ocorre na época chuvosa e seca, respectivamente, não está relacionada com a variação nos valores de pH.

O que podemos sugerir é que o pH, talvez, influencie na composição das espécies, já que as regiões comparadas apresentam valores diferentes e espécies também distintas. No entanto, a composição de espécies pode ocorrer basicamente por serem regiões pertencentes a bacias hidrográficas distintas.

Os harpaticóides são os representantes mais característicos e abundantes da fauna intersticial, e a maioria deles é representada por estágios imaturos (PENNAK & WARD, 1986). Nas amostras do presente estudo, um grande número de copepoditos foi encontrado, corroborando estudos anteriores.

Muitos harpaticóides são sensíveis à redução das taxas de oxigênio, o que restringe a sua ocorrência nas camadas superiores do sedimento, favorecendo um hábito de vida epibentônico (GIERE, 1993). Em geral, as taxas

de oxigênio diminuem com o aumento da profundidade e a distância lateral em relação à calha central do riacho (BRUNKE & GONSER, 1997). No entanto, diversos estudos mostram a presença de harpacticóides em camadas mais profundas do sedimento (cerca de 50 cm de profundidade). NOTENBOOM *et al.* (1992) destacam que algumas espécies de *Parastenocaris* são tolerantes a uma grande variação nas taxas de oxigênio, o que, parcialmente, pode explicar o sucesso desse gênero na conquista do ambiente intersticial. Segundo estudos de SARKKA & MAKELA (1999), não há influência da concentração de oxigênio dissolvido na água sobre a quantidade de animais intersticiais; a taxa de oxigênio não seria um fator limitante para o desenvolvimento da fauna. Na presente investigação, não foi possível realizar tal análise, visto que os níveis de oxigênio encontrados nas diferentes amostras não apresentaram valores com diferenças significativas, fato que inviabilizou tal distinção. No trabalho realizado na Finlândia, o grupo mais abundante foi o de harpacticóides (*Bryocamptus minutus* e *Parastenocaris phyllura*), seguida por nematódeos e oligoquetas lumbricóides, assim como no presente estudo (para ambas as localidades). Outro resultado do presente estudo que corrobora a investigação de SARKKA & MAKELA (1999) é que foi observado um aumento da diversidade de organismos com o aumento do tamanho dos poros do substrato.

Segundo DANIELOPOL (1991), os indivíduos meiobentônicos se dispersam ou formam agregados conforme as condições ambientais, como a porosidade e a concentração de oxigênio.

Ao comparar os dois riachos, é possível detectar a existência de um padrão de ocupação espacial similar, comum às duas taxocenoses de microcrustáceos intersticiais. Sob uma análise estritamente ecológica, os

fatores que contribuíram para a similaridade na distribuição espacial dos microcrustáceos intersticiais, tanto no ambiente de mata atlântica, quanto no ambiente amazônico, foram: temperatura, pH e granulometria.

A existência de grupos com funções ecológicas parecidas nos dois riachos pode ser atribuída, em parte, à história evolutiva compartilhada por alguns táxons, combinada com a existência de nichos e pressões seletivas semelhantes nos dois ambientes, de modo similar ao observado para peixes em riachos brasileiros (CASTRO, 1999; SABINO, 2000).

Ainda que seja possível reconhecer equivalentes ecológicos, este não é o objetivo central da presente análise. Equivalentes ecológicos são freqüentemente definidos como espécies não aparentadas que apresentam um conjunto de atributos morfológicos e/ou comportamentais, que as permitem desempenhar funções semelhantes (BROOKS & MCLENNAN, 1991; CADLE & GREENE, 1993; WINEMILLER, 1992). Vários estudos comparativos de peixes, lagartos, serpentes e aves apontam equivalentes ecológicos em diferentes comunidades (PIANKA, 1986; SAZIMA, 1986; CADLE & GREENE, 1993; SCHLUTER, 1986). Considerando o fato de que parte das espécies do presente estudo apresenta história evolutiva em comum, a comparação das duas taxocenoses não visa indicar equivalentes ecológicos, mas sim verificar a existência de padrões de uso de espaço e correlação positiva nos conjuntos de espécies que desempenham funções parecidas nos dois ambientes. Assim, este estudo comparado reforça a hipótese de que as duas comunidades são similares por paralelismo e não por convergência (BROOKS & MCLENNAN 1991).

Em síntese, este estudo permite identificar similaridades entre as duas comunidades de microcrustáceos. As análises indicam, por exemplo, um

número similar de espécies ocupando os dois ambientes e um padrão de distribuição da fauna hiporrêica. Em conjunto, estas semelhanças apontam para a existência de padrões na estrutura e funcionamento destas comunidades naturais de microcrustáceos intersticiais, moldadas por pressões seletivas parecidas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELIER, E. 1953. Recherches écologiques et biogéographiques sur la fauna des sables submerges. *Arch. Zool. Exp. Gen.*, 90: 37-162.
- ARBIZU, P.M. 1997. *Parastenocaris hispanica* n. sp. (Copepoda: Harpacticoida: Parastenocarididae) from hyporheic groundwaters in Spain and its phylogenetic position within the *fontinalis*-group of species. *Contrib. Zool.*, 66(4): 215-226.
- AHNERT, A. 1998. Has the main habitat of *Potamocaris* species been overlooked until now? *Jour. Mar. Syst.*, 15(1-4): 121-125.
- BÄRLOCHER, F. & MURDOCH, L.H. 1989. Hyporheic biofilms – a potential food source for interstitial animals. *Hydrobiol.*, 184: 61-67.
- BIGARELLA, J.J. 1991. Aspectos físicos da paisagem. In: Almirante I. de G. Câmara (eds.). *Mata Atlântica*. Pp. 62-93. Editora Index e SOS Mata Atlântica, São Paulo.
- BORUTSKII, E.V. 1952. Fauna of URSS. Crustacea. 3.4. *Freshwater Harpacticoida*. Idz. Akad. nauk S.S.S.R., Mosk.-Leningr., 424 p.
- BOU, C. & ROUCH, R. 1967. Un nouveau champ de recherches sur la faune aquatique souterraine. *Comp. Rend. l'Academie des. Scien. Par.*, 265: 369-370.
- BOXSHALL, G.A. & HALSEY, S.H. 2004. *An introduction to copepod diversity*. London, The Ray Society, 966p.
- BRANDL, Z. 1997. Feeding strategies of planktonic cyclopoids in lacustrine ecosystems. *Jour. Mar. Syst.*, 15: 87-95.
- BRETSCHKO, G. 1991. Bed sediments, groundwater and stream ecology. *Verh. der Interna. Verein. Theor. Ang. Limn.*, 24: 1957-1960.
- BRETSCHKO, G. & KLEMENS, W.E. 1986. Quantitative methods and aspects in the study of the interstitial fauna of running waters. *Stygol.*, 2: 297-316.
- BROOKS, D.R. & MCLENNAN, D.A. 1991. *Phylogeny, Ecology, and Behavior: a research program in comparative Biology*. The University of Chicago Press, Chicago, 434p.
- BRUNKE, M. & GONSER, T. 1997. The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. *Fresh. Biol.*, 37: 1-33.
- BUCK, S.M. & SAZIMA, I. 1995. An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. *Ichth. Exp. Fresh.*, 6: 325-332.
- CADLE, J.E. & GREENE, H.W. 1993. Phylogenetic patterns, biogeography, and the ecological structure of Neotropical snake assemblages. Pp. 281-293. In: Ricklefs, R.E. & Schluter, D. (eds.). *Species diversity in ecological communities: historical and ecological perspectives*. The University of Chicago Press, Chicago.
- CAMPBELL, J.A. & LAMAR, W.W. 1989. *The venomous reptiles of Latin America*. Comstock-Cornell University Press, Ithaca, 425p.

- CASTRO, R.M.C., 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos casuais. In: Caramaschi, E.P.; Mazzoni, E. & Peres-Neto, P.R. (eds.), *Oecologia Brasiliensis, VI: Ecologia de peixes de riachos*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- CHAPPUIS, P.A. 1933. Copépodes (1 ère série) avec l'énumération des tous les copepodes cavernicoles connus em 1931. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 76: 1-57.
- CHAPPUIS, P.A. 1940. Die Harpacticoiden des Grund wassers des unteren Maintales. *Arch. Hydrobiol.*, 36: 286-305.
- CHAPPUIS, P.A. 1942. Eine neue Methode zur Untersuchung der Grundwasserfauna. *Acta sc. math. nat. University of Francico-Josephina*, 6: 1-7.
- COINEAU, N. 2000. Adaptations to interstitial groundwater life. In: Wilkens, H.; Culver, D. C. & Humphreys, W. F. (eds). *Subterranean ecosystems*. Amsterdam, Elsevier, pp. 189-210.
- COSTA, W.J.E.M. 1987. Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, Rio Mato Grosso, Brazil. *Stud. Neot. Fauna Environ.*, 22: 145-153.
- COTTARELLI, V. & MAIOLINI, B. 1980. *Parastenocaris veneris* n. sp., um nuovo arpacticoide del lago di Vico (Crustacea, Copepoda), *Frag. Entomol.*, 15: 243-252.
- COTTARELLI, V. & BRUNO, M.C. 1993. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) from subterranean waters of Blue Marino cave, Sardinia, and St. Barthélémy cave, Corsica, and description of three new species. *Int. J. Speleol*, 22: 97-119.
- CREUZÉ DE CHÂTELLIERS, M., POINSARD, M. & BRAVARD, J.P. Geomorphology of alluvial groundwater ecosystems. 1994. In: *Groundwater Ecology*. Gibert, J., Danielopol, D.L. & Stanford, J.A. (eds.). Academic Press, New York. pp. 157-185.
- CRISP, D.T. 1990. Water temperature in a stream gravel bed and implications for salmonoid incubation. *Fresh.Biol.*, 23: 601-612
- CULVER, D. C. & FONG, D. W. 1994. Small scale and large scale biogeography of subterranean crustacean faunas of the Virginias. *Hydrobiol.*, 287: 3-9.
- DAHMS, H.U. 1990. Naupliar development of Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) and its significance for phylogenetic systematics. *Microfauna Mar.*, 6: 169-272.
- DAMIAN-GEORGESEU, A. 1970. Copepoda Harpacticoida (forme de pa dulce). *Fauna Rep. Soc. Romania, Crustacea* 4(2).
- DANIELOPOL, D. 1980. The role of the limnologists in groundwater studies. *Internationale Rev. Ges. Hydro.*, 65: 777-791.
- DANIELOPOL, D.L. 1982. Phreatobiology reconsidered. *Polskie Arch. Hydrob.*, 29: 375-386.
- DANIELOPOL, D. L. 1986. The distribution of the faunain the insterstitial habitats of riverine sediments of Danube and the Piesting (Austria). *Int. J. Speleol.*, 8:23-51.

- DANIELOPOL, D. L. 1989. Groundwater fauna associated with riverine aquifers. *Jour. Nort. Amer. Benth. Soc.*, 8: 18-35.
- DANIELOPOL, D. L. 1991. Spatial distribution and dispersal of interstitial Crustacea in alluvial sediments of a backwater of the Danube at Vienna. *Stygol.*, 6: 97-110.
- DANIELOPOL, D.L. & ROUCH, R. 1991. L'adaptation des organismes au milieu aquatique souterrain. Réflexions sur l'apport des recherches écologiques récents. *Stygol.*, 6(3): 129-142.
- DANIELOPOL, D. & MARMONIER, P. 1992. Aspects of research on groundwater along Rhone, Rhine and Danube. *Reg. Riv.*, 7: 5-16.
- DANIELOPOL, D.L., BALTANAS, A & BONADULE, G. 1996. The darkness syndrome of subsurface-shallow and deep-sea dwelling Ostracoda. *In: Deep-sea and extreme shallow-water habitat: affinities and adaptations*. Uiblen, F., Ott, J. & Stachchowitsch, M. (eds.). Biosystematics and Ecology Series. Austrian Academy of Sciences, Vienna, 11: 123-143.
- DEFAYE, D. & HEYMER, A. 1996. Crustacés copépodes de litière de la forêt ombrophile du Kivu (Zaire). *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, 4e Sér.*, 18 (A/1-2): 185-209.
- DOLE, M.J. 1983. Le domaine aquatique souterrain de la plaine alluviale du Rhône à l'est de Lyon. 1. Diversité représentative de la dynamique fluviale. *Vie Mil.*, 33: 219-229.
- DOLE-OLIVIER, M.J. & MARMONIER, P. 1992. Patch distribution of interstitial communities: prevailing factors. *Fresh.Biol.*, 27: 177-191.
- DOLE-OLIVIER, M. J., CREUZÉ DES CHÂTELLIERS, M. & MARMONIER, P. 1993. Repeated gradients in subterranean landscape – Example of the stygofauna in the alluvial floodplain of the Rhône River (France). *Archiv. Hydrobiol.*, 127: 451-471.
- DOLE-OLIVIER, M.J., GALASSI, D.M.P., MARMONIER, P. & CREUZÉ DES CHÂTELLIERS, M. 2000. The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Fresh. Biol.*, 44: 63-91.
- DUMONT, H.J. 1987. Groundwater Cladocera: A synopsis. *Hydrobiol.*, 145: 169-173.
- DUSSART, B.H. 1979. Algunos copépodos de América del Sur. *Mus. Nac. Hist. Nat. Publ. Ocas. (Santiago de Chile)*, 30: 3-13.
- DUSSART, B.H. 1981. Sobre algunos copépodos del América del Sur II. *Comum. cient. CECOAL, Argentina*, 12: 1-6.
- DUSSART, B.H. 1984. Some Crustacea Copepoda from Venezuela. *Hydrobiol.*, 113: 25-67.
- DUSSART, B.H. & DEFAYE, D. 1990. Répertoire mondial des Crustacés Copépodes des eaux intérieures. III. Harpacticoides. *Crustac. Suppl.* 16: 394.
- DUSSART, B.H. & DEFAYE, D. 1995. Copepoda. Introduction to the Copepoda. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*, 7 (Ed. H. J. Dumont). SPB Academic Publishing bv, Amsterdam.

- DUSSART, B.H. & DEFAYE, D. 2001. Introduction to Copepoda. In: *Guides to the identification of the Macroinvertebrates of the Continental Waters of the World* (Dumont, H.J.F. Ed.). Backhuys Publishers, Leiden.
- ENCKELL, P.H. 1968. Oxygen availability and microdistribution of interstitial mesofauna in Swedish freshwater sandy beaches. *Oik.*, 19: 271-291.
- ENCKELL, P.H. 1995. *Parastenocaris glacialis* (Crustacea: Copepoda, Parastenocarididae) in the Faroe Islands. *Fróðsk.*, 43: 101-105.
- EVANS, E.C.; GREENWOOD, M.T. & PETTS, G.E. 1995. Short communication thermal profiles within river beds. *Hydrol. Proc.*, 9: 19-25.
- EVSTIGNEEVA, T., CLARK, P.F. & BOXSHALL, G.A., 1991. Nocturnal emergence behaviour of the fauna of Lake Baikal, Siberia. *Prog. underw. sci.*, 16: 85-91
- FIERS, F. 2002. The genus *Haplocyclops* Kiefer, 1952 (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopidae): Redescription of the type-species, *H. gudrunae*, and its congeners. *Hydrobio.*, 474: 155-169.
- FREY, D.G. 1987. The taxonomy and biogeography of the Cladocera. In: Ferró, L., Frey, D.G. (eds.). *Proc. Cladocera Symp.*, Budapest, 1985. *Hydrobio.*, 145: 5-17.
- FRYER, G. 1957. A new species of *Parabathynella* (Crust. Sync.) from the psammon of the Lake Bangweulus, Central Africa. *Ann. Mag. N.X.* (10): 116-120.
- FRYER, G. 1980. Acidity and species diversity in freshwater crustacean faunas. *Fresh. Biol.*, 10: 41-45.
- FRYER, G. 1993. *The Freshwater Crustacea of Yorkshire. A Faunistic and Ecological Survey*, Yorkshire Naturalists' Union & Leeds Philosophical and Literary Society, Kendal. 312 pp.
- GALASSI, D.M.P. & DE LAURENTIIS, P. 2004. Towards a revision of the genus *Parastenocaris* Kessler, 1913: re-examination of the *P. brevipes*-group and establishment of *Simplicaris* gen. n. from groundwaters in Central Italy (Copepoda, Harpacticoida, Parastenocarididae). *Zool. Jour. Linn. Soc.*, 140(3): 414-436.
- GAUCH, H.G. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GIERE, O. 1993. *Meiobenthology: the microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. 328p.
- GIBERT, J., DOLE-OLIVER, M.J., MARMONIER, P. & VERVIER, P. 1990. Groundwater ecotones. In: *Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*. Naiman, R.J. & Decamps, H. (eds.). Man and the Biosphere Series. Unesco, Paris & Patheron Publishing, Carnforth: 199-225.
- GIBERT, J., STANFORD, J.A., DOLE-OLIVER, M.J. & WARD, J.V. 1994a. Basic attributes of groundwater ecosystems and prospects for research. In: *Groundwater Ecology*, Gilbert, J., Danielopol, D.L. & Stanford, J.A. (eds.). 740 pp. Academic Press, San Diego.
- GIBERT, J.; DANIELOPOL, J.A. & STANFORD, J.A. 1994b. *Groundwater Ecology*. Academic Press, San Diego: 571 pp.

- GREEN, R.H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. John Wiley and Sons.
- HERRERA, R. 1985. Nutrient Cycling in Amazon Forest. In: Prance, G.T. & Lovejoy, T.E. (eds.). *Key Environments: Amazonia*. Pergamon Press, Oxford, 442p.
- HESSEN, D.O. & NILSEN, J.P. 1983. High pH and the abundance of two commonly co-occurring freshwater copepods (Copepoda, Cyclopoida). *Ann. limnol.*, 19: 195-208.
- HICKS, G.F. & COULL, B.C. 1983. The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. *Oceanography Marine Biology, Ann. Rev.*, 21: 67-175.
- HUYS, R. & BOXSHALL, G. 1991. *Copepod Evolution*. The Ray Society, London, 468p.
- HUYS, R.; GEE, J.M.; MOORE, C.G. & HAMOND, R. 1996. Marine and brackish water harpacticoid copepods. Part 1. In: Barnes, R.S.K. & Crothers, J.H. (eds.). *Synopsis of the British Fauna* (New Series), 352 pp., Field Studies Council. Shrewsbury.
- HYNES, H.B.N. 1983. Groundwater and stream ecology. *Hydrobiol.*, 100: 93-99.
- JAKOBI, H. 1969a. O significado ecológico da associação Bathynellacea-*Parastenocaris* (Crustacea). *Bol. Univ. Fed. Par., Zôol.*, 3(7): 167-191.
- JAKOBI, H. 1969b. *Forficatocaris noodti* n. gen., n. sp. (Copepoda Harpacticoidea) aus brasilianischen Limnopsammal. *Crustac.*, 17: 232-238.
- JAKOBI, H. 1972. Trends (Enp. P4 ♂) innerhalb der Parastenocarididen (Copepoda Harpacticoidea). *Crustac.*, 22: 127-146.
- JAKOBI, H. & LOYOLA E SILVA, J. 1962. Two new species of *Parastenocaris* (Cop. Crust.) from Santa Catarina, Brazil. *Proc. U.S.N.M.*, 113: 389-397. Washington, D.C.
- JOLY, C.A.; LEITÃO FILHO, H.F. & SILVA, S.N. 1991. O Patrimônio Florístico. In: Almirante I. de G. Câmara (eds.). *Mata Atlântica*. Editora Index e SOS Mata Atlântica, São Paulo, 189p.
- JORDAN, C.F. 1985. Soils of the Amazon Rainforest. In: Prance, G.T. & Lovejoy, T.E. (eds.). *Key environments: Amazonia*. Pergamosn Press, Oxford, 442p.
- KARAMAN, S.L. 1935. Die fauna unterirdischer Gewässer Jugoslawiens. *Verh. Internat. Verein. Theor. Ang. Limnol.*, 7: 46-53.
- KIEFER, F. 1927. Versuch eines Systems der Cyclopiden. *Zool. Anz.*, 69: 21-25.
- KIEFER, F. 1928a. Über Morphologie und Systematiek der Susswasser-Cyclopiden. *Zool. Jhrb. Syst.*, 54: 495-536.
- KIEFER, F. 1978. Das Zooplankton der Binnengewasser. Freilebende Copepoda. Die Binnengewasser, *Stuttg.*, 26: 1-343.
- KIKUCHI, Y. 1991. A new species of terrestrial Harpacticoidea (Copepoda) from forest litter in Northern Japan. *Edaphol.*, 47: 25-31.

- KIKUCHI, Y. 1994. *Glaciella*, a new genus of freshwater Canthocamptidae (Copepoda, Harpacticoida) from a glacier in Nepal, Himalayas. *Hydrobiol.*, 292/293: 59-66.
- KOWARC, V.A. 1990. Production of a harpacticoid copepod from the meiofaunal community of a second order mountain stream. *Stygol.*, 5(1): 25-32.
- LAFONT, M.; DURBEC, A. & ILLE, C. 1992. Oligochaete worms as biological describers of interactions between surface and groundwaters: a first synthesis. *Regul. riv.*, 7: 65-74.
- LAMPERT, W. 1993. Ultimate causes of diel vertical migration of zooplankton: new evidence for the predator-avoidance hypothesis. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 39: 79-88.
- LANG, K. 1948. *Monographie der Harpacticiden*. Nord. Bokhand., Stockholm, 1662p.
- LEHMAN, P.S. & REID, J.W. 1992. *Phyllognatopus viguieri* (Crustacea: Harpacticoida), a predaceous copepod of phytoparasitic, entomopathogenic, and free-living nematodes. *Soil Crop. Sci. Soc. Flor., Proc.*, 52: 78-82.
- LESCHER-MOUTOUÉ, F. 1986. Copepoda Cyclopoida Cyclopidae des eaux douces souterraines continentales. In: *Stygofauna Mundi*. Botosaneanu, L. (ed.). E.J. Brill/Dr. W. Backhuys, Leiden: 299-312.
- LEWIS, M.H. 1986. Biogeographic trends within the freshwater Canthocamptidae (Harpacticoida). *Syllo.*, 58: 115-125.
- MARCOTTE, B.M. 1986. Sedimentary particle sizes and ecological grain of food resources for meiobenthic copepods. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 23: 423-427.
- MARMONIER, P. & DOLE, M.J. 1986. Les amphipodes des sédiments d'un bras court circuité du Rhône: logique répartition et réaction aux crues. *Sci. Eau*, 5: 461-486.
- MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; PETERSEN, R.C.; CUSHING, C.E.; BRUNS, D.A.; SEDELL, J.R. & VANNOTE, R.L. 1985. Developments in streams Ecosystem Theory. *Can. Jour. Fish. Aqua. Sci.*, 42: 1045-1055.
- NEGREA, S. 1994. Cladocera. *Encyclopaedia Biospeologica I* (eds C. Jubertgie & V. Decu), pp. 94-104, Société de Biospéologie, Moulis, France.
- NOODT, W. 1955. Die Verbreitung des Genus *Parastenocaris* ein Beispiel einer subterranean Crustaceen Gruppe. *Verh. Deutsch. Zool. Ges. Tuebingen*: 429-435.
- NOODT, W. 1965. Crustacea subterranean aus Argentinien. *Beitr. Neotrop. Fauna*, 4: 84-129.
- NOODT, W. 1969. Die Grundwasserfauna Südamerikas. In: Fitkau, E. J., Illies, J., Klinge, H., Schwabe, G. H. & Sioli, H. (eds.). *Biogeography and Ecology in South America*, 2. Dr. W. Junk N. V. Publishers, The Hague, pp. 659-684.
- NOODT, W. 1972. Brasilianische Grundwasser-Crustacea, 1. Studien an den Gattungen *Parastenocaris* Kessler und *Forficatocaris* Jakobi aus der Serra do Mar von São Paulo (Copepoda Harpacticoida). *Crustac.*, 23: 76-99.

- NOTENBOOM, J., CRUYS, K., HOEKSTRA, J. & VAN BEELEN, P. 1992. Effect of ambient oxygen concentration upon the acute toxicity of chlorophenols and heavy metals to the groundwater copepod *Parastenocaris germanica* (Crustacea). *Ecotox. Environ. Safety*, 24: 131-143.
- ORGHIDAN, T. 1959. Ein neuer Lebensraum des unterirdischen Wassers: Der hyporheische Biotop. *Archiv Hydrobiol.*, 55: 392-414.
- PEIXOTO, A.L. 1991. A vegetação da costa Atlântica. In: *Floresta Atlântica*. Edições Alumentamento, Rio de Janeiro. 186p.
- PENNAK, R.W. 1939a. A new rotífera from the psammolittoral of some Wisconsin Lakes. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 58: 222-223.
- PENNAK, R.W. 1939b. A new copepod from the sandy beaches of a Wisconsin Lake. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 58: 224-227.
- PENNAK, R.W. 1951. Comparative Ecology of the interstitial fauna of fresh-water and marine beaches. *Ann. Biol.*, 27: 449-480.
- PENNAK, R. W. 1988. Ecology of the freshwater meiofauna. In: Higgins, R. P. & Thiel, H. (eds). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 39-60.
- PENNAK, R.W. & WARD, J.V. 1986. Interstitial faunal communities of the hyporheic and adjacent groundwater biotopes of a Colorado mountain stream. *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 74(3): 356-396.
- PIANKA, E.R. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press, Princeton.
- POSPISIL, P. 1994. The groundwater fauna of a Danube aquifer in the "Lobau" wetland in Vienna, Austria. In: *Groundwater Ecology*. Gibert, J.G., Danielopol, D.L. & Stanford, J.A.(eds.). Academic Press, New York, pp. 347-366.
- POR, F.D. 1981. A new species of Bryocyclops (Copepoda: Cyclopoida) and of Parastenocaris (Copepoda: Harpacticoida) from a cave in Israel and some comments on the origin of the cavernicolous copepods. *Isr. Jour. Zool.*, 30: 35-46.
- POULSON, T. L. & LAVOIE, K. H. 2000. The trophic basis of subsurface ecosystems. In: Wilkens, H.; Culver, D. C. & Humphreys, W. F. (eds). *Subterranean ecosystems*. Amsterdam, Elsevier, pp. 231-249.
- PRANCE, G.T. 1985. The changing forest. In: Prance, G.T. & Lovejoy, T.E. (eds.). *Key Environments: Amazonia*. Pergamon Press, Oxford, 442p.
- REID, J.W. 1982. *Forficatocaris schadeni*, a new copepod (Harpacticoida) from central Brazil, with keys to the species of the genus. *Jour. Crustac. Biol.*, 2: 578-587.
- REID, J.W. 1984. Semiterrestrial meiofauna inhabiting a wet campo in central Brazil, with special reference to the Copepoda (Crustacea). *Hydrobiol.*, 118: 95-111.
- REID, J.W. 1987. The cyclopoid copepods of a wet campo marsh in central Brazil. *Hydrobiol.*, 153: 121-138.

- REID, J.W. 1991. The neotropical genus *Potamocaris* Dussart (Copepod: Harpacticoida: Parastenocarididae), with description of two new species. *Jour. Crustac. Biol.*, 11 (3): 463-472.
- REID, J.W. 1993. The harpacticoid and cyclopoid fauna in the cerrado region of central Brazil. 1. Species composition, habitats, and zoogeography. *Acta Limnol. Brasil.*, VI: 56-68.
- REID, J.W. 1994. *Murunducaris juneae*, new genus, new species (Copepoda: Harpacticoida: Parastenocarididae) from a wet campo in central Brazil. *Jour. Crustac. Biol.*, 14: 771-781.
- REID, J. W. 1995. Redescription of *Parastenocaris brevipes* Kessler and description of a new species of *Parastenocaris* (Copepoda: Harpacticoida: Parastenocarididae) from the U.S.A. *Can. Jour. Zool.*, 73: 173-187.
- REID, J.W. 1997. *Argyrodiaptomus nhumirim*, a new species, and *Austrinodiatomus kleerekoperi*, a new genus and species, with redescription of *Argyrodiaptomus macrochaetus* Brehm, new rank, from Brazil (Crustacea: Copepoda: Diaptomidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 1104: 581-600.
- REID, J.W. 1998. How 'cosmopolitan' are the continental cyclopoid copepods? Comparison of the North American and Eurasian faunas, with description of *Acanthocyclops parasensitives* sp. N. (Copepoda: Cyclopoida) from the USA. *Zool. Anz.*, 236: 109-118.
- REID, J. W. & Strayer, D. L. 1994. *Diacyclops dimorphus*, a new species of copepod from Florida, with comments on morphology of interstitial cyclopine cyclopoids. *Jour. Nor. Amer. Benth. Soc.*, 13: 250-265.
- ROCHA, C.E.F.; TORRES, I.C. & MAIA-BARBOSA, P.M. 1998. *Haplocyclops torresi* n. sp. and *Potamocaris estevesi* Reid, 1991, from Brazil, with a proposal for revalidation of the genus *Haplocyclops* Kiefer, 1952 (Copepoda). *Beauf.*, 48(1): 1-15.
- ROGULJ, B., DANIELOPOL, D.L., MARMONIER, P. & POSPISIL, P. 1993. Adaptive morphology, Biogeographical distribution and ecology of the species group *Mixtacondona bravensis* (Ostracoda, Candoninae). *Mem. Biospeol.*, 20: 195-207.
- ROUCH, R. 1968. Contribution à la connaissance des Harpacticoides hypogés (Crustacés – Copépodes). *Ann. Spéleol.*, 23: 5-167.
- ROUCH, R. 1986. Copepoda: Les harpacticoides souterraines des eaux douces continentales. In: *Stygofauna Mundi*. Botosaneanu, L. (ed.). E.J.Brill/Dr. W. Backhuys, Leiden: 321-355.
- ROUCH, R. 1988. Sur la répartition spatiale des crustacés dans les sous-écoulement d'un ruisseau des Pyrénées. *Ann. Limnol.*, 24: 213-234.
- ROUCH, R. & LESCHER-MOUTOUÉ, F. 1992. Structure du peuplement des Cyclopides (Crustacea: Copepoda) dans le milieu hyporhéique d'un ruisseau des Pyrénées. *Stygol.*, 7: 197-211.
- ROUCH, R. & DANIELOPOL, D.L. 1997. Species richness of microcrustacea in subterranean freshwater habitats. Comparative analysis and approximate evaluation. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiol.*, 82: 121-145.

8. RESUMO

As comunidades da fauna de copépodes de águas intersticiais da zona hiporrêica de um igarapé da Amazônia Central e de um rio da mata atlântica da região Sudeste do Brasil são comparadas quanto à composição, diversidade, e distribuição dos organismos. A relação das espécies identificadas com os fatores abióticos é analisada, com o objetivo de se estabelecer quais são os fatores determinantes para a distribuição das mesmas. Os fatores abióticos mensurados são: temperatura, pH, oxigênio dissolvido e granulometria do sedimento. Na areia grossa, há dominância de copepoditos e do gênero *Forficatocaris* (uma espécie para a mata atlântica e duas novas para a Amazônia). Essas três espécies e os copepoditos exploram o mesmo tipo de micro-habitat no substrato. Quando a areia média é o substrato predominante, há o aumento na presença dos outros gêneros, como *Potamocaris* (uma espécie para a mata atlântica e uma nova espécie para a Amazônia) e *Parastenocaris* (mata atlântica), além do declínio no número de copepoditos. Há uma relação direta entre a temperatura e a distribuição dos microcrustáceos, ocorrendo o predomínio destes animais em temperaturas mais baixas. Há diferenças significativas dos valores de pH quando comparadas localidades distintas (Amazônia e mata atlântica); no entanto, quando comparadas as estações seca e chuvosa de um mesmo local, essa diferença não aparece. Sugere-se que o pH influencie na composição das espécies, e não em sua distribuição. Há um número similar de espécies ocupando os dois ambientes e um padrão de distribuição da fauna hiporrêica. Estas semelhanças apontam para a existência de padrões na estrutura e funcionamento destas comunidades naturais de microcrustáceos intersticiais, moldadas por pressões seletivas parecidas.

9. ABSTRACT

The assemblages of the copepod fauna from interstitial waters in the hyporheic zones from a stream in Central Amazon and a stream in the Atlantic rainforest of southeastern Brazil were compared in terms of composition, diversity and organism distribution. The relation of the identified species with abiotic factors was analyzed, aiming at establishing which factors were determinant for their distribution. The abiotic factors analyzed were: temperature, pH, dissolved oxygen, and sediment granulometry. In thick sand, there is predominance of copepodites and of the genus *Forficatocaris* (one species found in the Atlantic rainforest and two new species in the Amazon). These three species of *Forficatocaris* and the copepodites explore the same kind of microhabitat in the sediment. When medium size of sand grains prevail, there is an increase in the presence of other genera, such as *Potamocaris* (one species for the Atlantic rainforest and one new species for the Amazon) and *Parastenocaris* (Atlantic rainforest), besides a decline in number of copepodites. There is a direct ratio between the temperature and the distribution of microcrustaceans, with a predominance of these invertebrates in lower temperatures. There are significant differences in pH values when both localities (Amazon and Atlantic rainforest) are compared; however, comparisons between seasons (lower rainfall versus rainy periods) in a same location did not yield differences. It is suggested that the pH influences species composition, but not species distribution. There is a similar number of species inhabiting both environments and a distribution pattern for the hyporheic fauna. These similarities point at the existence of patterns in the structure and behavior in these natural communities of interstitial microcrustaceans, molded by similar selective pressures.

10. ANEXOS

- RUNDLE, S.D. 1990. Micro-arthropod seasonality in streams of varying pH. *Fresh. Biol.*, 24: 1-21.
- RUNDLE, S.D. & HILDREW, A.G. 1990. The micro-arthropods of some southern English streams: the influence of physicochemistry. *Fresh. Biol.*, 23: 411-431.
- RUNDLE, S.D. & ORMEROD, S.J. 1991. The influence of chemistry and habitat features on the microcrustacea of some upland Welsh streams. *Fresh. Biol.*, 26: 439-451.
- SABINO, J. 2000. *Estudo comparativo em comunidades de peixes de riachos da Amazônia Central e Mata Atlântica: distribuição espacial, padrões de atividade e comportamento alimentar*. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.
- SABINO, J. & CASTRO, R.M.C. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial de peixes de um riacho da Floresta Atlântica (sudeste do Brasil). *Rev. Bras. Biol.*, 50: 23-36.
- SARKKA, J. & MAKELA, J. 1999. Meiofauna of Ester groundwaters in Finland. *Hydrobiol.*, 405: 25-37.
- SARVALA, J. 1977. The naupliar development of six species of freshwater harpacticoida copepods. *Ann. Zool. Lenn.*, 14: 135-161.
- SARVALA, J. 1979. Effect of temperature on the duration of egg, nauplius and copepodite development of some freshwater benthic copepoda. *Fresh. Biol.*, 9: 515-534.
- SARVALA, J. 1990. Complex and flexible life history of a freshwater benthic harpacticoida species. *Fresh. Biol.*, 23: 523-540.
- SARVALA, J. 1998. Ecology and role of benthic copepods in northern lakes. *Jour. Mar. Syst.*, 15: 75-86.
- SAZIMA, I. 1986. Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. *Jour. Fish Biol.*, 29: 53-65.
- SCHLUTER, D. 1986. Test for similarity and convergence of finch communities. *Ecol.*, 67: 1073-1085.
- SCHMINKE, H.K. 1976. The ubiquitous telson and deceptive furca. *Crustac.*, 30(3): 292-300.
- SCHMINKE, H.K. 1981. Perspectives in the study of the zoogeography of interstitial Crustacea. *Inter. Jour. Speleol.*, 11(1-2): 83-89.
- SCHMINKE, K. H. 1986. Syncarida. In: Bottonaseanu, L. (eds.). *Stygofauna Mundi. A faunistic, distributional, and ecological síntesis of the world fauna inhabiting subterranean waters (including the marine interstitial)*. Brill / Backhuys, Leiden, 389-404 pp.
- SCHWOERBEL, J. 1961a. Über die Lebensbedingungen und die Besiedlung des hyporheischen Lebensraumes. *Archiv Hydrobiol., Supplement.*, 25: 182-214.
- SCHWOERBEL, J. 1961b. Subterrene Wassermilben (Acari, Hydrachnellae, Porohalacartidae und Stygothrombidae), ihre Ökologie, und Bedeutung für

- die Abgrenzung eines aquaticchen Lebensraumes zwischen Oberfläche und Grundwasser. *Archiv Hydrobiol., Supplement.*, 25: 242-306.
- SCHWOERBEL, J. 1964. Die Bedeutung des Hyporheals für die benthischen Lebensgemeinschaften des Fließgewässers. *Verh. Inter. Ver. theor. Ang. Limnol.*, 15: 215-226.
- SCHWOERBEL, J. 1967. das hyporheische Interstitial als Grenzbiotop zwischen oberirdischem – und subterranean Ökosystem und seine Bedeutung für die Primär-Evolution von Kleinsthöhlenbewohnern. *Archiv Hydrobiol., Supplement.*, 33: 1-62.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Segunda Edição, Editora Nova Fronteira. São Paulo.
- SNEATH, P.H.A. & SOKAL, R.R. 1973. *Numerical taxonomy*. Freeman. San Francisco.
- TAKEDA, A. M.; ROCHA, C. E. F. & STEVAUX, J. C. 2001. The influence of water and sediment properties on the occurrence of *Potamocaris* Dussart, 1979 (Harpacticoida) in the upper Paraná River (Brazil). *Hydrobiol.*, 453/454: 403-409.
- TAKEDA, A.M.; SHIMIZU, G. & HIGUTI, J. 1997. Zoobentos da planície aluvial do alto rio Paraná. In: Agostinho, A.A; Vazzoler, A.E.M. and Hahn, N.S. (eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, químicos, biológicos e sócio-econômicos*. Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- THOMAS, W.; CARVALHO, A.M.V.; AMORIN, A.M.A.; GARRISON, J. & ARBELÁEZ, J. 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biod. Conserv.*, 7: 311-322.
- TRISKA, F.J.; KENNEDY, V.C.; AVANZINO, R.J. ZELLWEGER, G.W. & BENCALA, K.E. 1989. Retention and transport of nutrients in a third-order stream in northwestern California: hyporheic processes. *Ecol.*, 70: 1893-1905.
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, K.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. 1980. The river Continuum Concept. *Canadian Jour. Fish. Aqua. Scienc.*, 37: 130-137.
- WARD, J. V. & PALMER, M. A. 1994. Distribution patterns of interstitial freshwater meiofauna over a range of spatial scales, with emphasis on alluvial river-aquifer systems. *Hydrobiol.*, 286: 147-156.
- WARD, J.V. & STANFORD, J.A. 1982. Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. *Ann. Rev. Entomol.*, 27: 97-117.
- WARD, J.V. & VOELZ, N.J. 1997. Gradient analysis of interstitial meiofauna along a longitudinal stream profile. *Stygol.*, 5: 93-99.
- WARD, J. V.; MALARD, F.; STANFORD, J. A. & GONSER, T. 2000. Interstitial aquatic fauna of shallow unconsolidated sediments, particularly hyporheic biotopes. In: Wilkens, H.; Culver, D. C. & Humphreys, W. F. (eds). *Subterranean ecosystems*. Amsterdam, Elsevier, pp. 41-58.
- WHITE, D.S. 1993. Perspectives on defining and delineating hyporheic zones. *Journal of the North American Benth. Soc.*, 12: 61-69.

- WILLIAMS, D.D. 1984. The hyporheic zone as a habitat for aquatic insects and associated arthropods. *In*: D.M. Rosenberg and V.H. Resh (eds.). *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Publishers, New York. pp. 430-455.
- WILLIAMS, D.D. 1989. Towards a biological and chemical definition of the hyporheic zone in two Canadian rivers. *Fresh. Biol.* 22: 189-208.
- WILLIAMS, D.D. & HYNES, H.B.N. 1974. The occurrence of benthos deep in the substratum. *Fresh. Biol.*, 4: 233-256.
- WILSON, C. B. 1935. A new and important copepod habitat. *Smith. Miscel. Col.*, 94: 1-13.
- WILSON, E.O. 1988. The current state of biological diversity. *In*: Wilson, E.O.(ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C. 521pp.
- WINEMILLER, K.O. 1992. Ecomorphology of Freshwater Fishes. *Nat. Geog. Res. & Expl.*, 8: 308-327.

Tabela 1 – Dados relativos a abundância de microcrustáceos encontrada nas amostras de Mata Atlântica na estação **chuvosa**, e valores de parâmetros ecológicos. Na coluna “amostra”, o número isolado (ex: 2) corresponde a um ponto de amostra e os números acompanhados de “R”, correspondem às réplicas. Com relação à granulometria, quando os espaços intersticiais variam de 1,0 a 0,50 mm a areia é grossa, quando de 0,50 a 0,250 mm, a areia é média e quando de 0,250 a 0,125 mm, a areia é fina (Escala de Wentworth).

Amostra	Copepoditos	Forficatocaris	Parastenocaris	Potamocaris	Cyclopoida	temperatura	pH	granulometria
1	0	0	0	0	0	20,2	6,85	Grossa
1R1	0	0	0	0	0	20,1	6,8	Grossa
1R2	0	0	0	0	0	20,2	6,82	Grossa
2	127	126	114	119	16	19,9	6,8	Grossa
2R1	124	129	129	124	12	20	6,8	Grossa
2R2	135	139	126	121	10	20,1	6,82	Grossa
3	116	117	137	112	15	20,1	6,82	Grossa
3R1	112	129	128	119	13	20,15	6,82	Grossa
3R2	19	125	135	123	15	20,1	6,8	Grossa
5	116	127	121	127	10	20	6,85	média
5R1	118	134	126	125	11	20	6,82	média
5R2	123	121	129	114	12	20	6,82	média
6	138	129	132	125	12	19,9	6,81	média
6R1	131	132	124	120	16	19,9	6,81	média
6R2	129	127	127	126	17	20	6,81	média
7	129	136	135	129	15	19,85	6,81	Grossa
7R1	142	139	132	121	15	19,9	6,82	Grossa
7R2	139	132	124	119	17	20	6,8	Grossa
8	125	131	123	129	12	20	6,8	média
8R1	121	126	132	117	19	19,9	6,81	média
8R2	0	0	0	0	0	20,1	6,8	média
9	19	15	15	21	6	20	6,8	fina
9R1	21	19	13	26	18	20,1	6,81	fina
9R2	16	12	8	19	16	20,1	6,81	fina

Tabela 2 – Dados relativos a abundância de microcrustáceos encontrada nas amostras de Mata Atlântica na estação **seca**, e valores de parâmetros ecológicos. Na coluna “amostra”, o número isolado (ex: 2) corresponde a um ponto de amostra e os números acompanhados de “R”, correspondem às réplicas. Com relação à granulometria, quando os espaços intersticiais variam de 1,0 a 0,50 mm a areia é grossa, quando de 0,50 a 0,250 mm, a areia é média e quando de 0,250 a 0,125 mm, a areia é fina (Escala de Wentworth).

Amostra	Copepoditos	<i>Forfocatocaris</i>	<i>Parastenocaris</i>	<i>Potamocaris</i>	Cyclopoida	temperatura	pH	granulometria
1	0	0	0	0	0	18,8	6,9	Grossa
1R1	0	0	0	0	0	19	7	Grossa
1R2	0	0	0	0	0	18,8	6,9	Grossa
2	0	0	0	0	0	18,9	6,9	Grossa
2R1	0	0	0	0	0	19,2	6,85	Grossa
2R2	0	0	0	0	0	19	6,9	Grossa
3	0	0	0	0	0	19,2	7	Grossa
3R1	0	0	0	0	0	19,2	6,8	Grossa
3R2	0	0	0	0	0	19,2	6,8	Grossa
5	125	132	129	112	18	19	6,82	média
5R1	121	130	124	115	12	19,1	6,9	média
5R2	123	129	137	123	14	18,9	6,91	média
6	151	134	132	116	19	19,1	6,9	média
6R1	136	130	127	113	10	19	7	média
6R2	125	123	132	121	13	19	7	média
7	148	149	130	120	12	18,9	6,81	Grossa
7R1	156	135	129	138	14	18,9	6,88	Grossa
7R2	130	156	142	147	18	18,9	6,9	Grossa
8	126	136	121	115	14	18,9	6,92	média
8R1	132	145	139	126	16	19	6,8	média
8R2	125	129	123	122	13	19,1	6,9	média
9	13	9	21	14	2	19	7	fina
9R1	16	15	19	21	0	19	7	fina
9R2	8	4	11	17	9	19	6,95	fina

Tabela 3 – Dados relativos a abundância de microcrustáceos encontrada nas amostras de Amazônia na estação **seca**, e valores de parâmetros ecológicos. Na coluna “amostra”, o número isolado (ex: 2) corresponde a um ponto de amostra e os números acompanhados de “R”, correspondem às réplicas. Com relação à granulometria, quando os espaços intersticiais variam de 1,0 a 0,50 mm a areia é grossa, quando de 0,50 a 0,250 mm, a areia é média e quando de 0,250 a 0,125 mm, a areia é fina (Escala de Wentworth).

Amostra	Harpacticoida		Cyclopoida	pH	granulometria
	Copepoditos	A	B		
1	0	0	0	5.22	Média
1R1	0	0	0	5.20	Média
1R2	0	0	0	5.20	Média
2	0	0	0	5.19	Média
2R1	0	0	0	5.20	Média
2R2	0	0	0	5.20	Média
3	0	0	0	5.20	Média
3R1	0	0	0	5.23	Média
3R2	0	0	0	5.20	Média
5	0	0	0	5.19	Média
5R1	0	0	0	5.19	Média
5R2	0	0	0	5.19	Média
6	124	161	118	5.20	Grossa
6R1	132	154	113	5.20	Grossa
6R2	118	123	114	5.20	Grossa
7	159	135	130	5.20	Grossa
7R1	147	126	132	5.20	Grossa
7R2	161	138	129	5.20	Grossa
8	113	141	136	5.17	Média
8R1	122	136	139	5.19	Média
8R2	114	152	117	5.19	Média
9	18	5	29	5.22	Fina
9R1	10	15	36	5.23	Fina
9R2	6	11	31	5.22	Fina

Tabela 4 – Dados relativos a abundância de microcrustáceos encontrada nas amostras da Amazônia na estação **chuvosa**, e valores de parâmetros ecológicos. Na coluna “amostra”, o número isolado (ex: 2) corresponde a um ponto de amostra e os números acompanhados de “R”, correspondem às réplicas. Com relação à granulometria, quando os espaços intersticiais variam de 1,0 a 0,50 mm a areia é grossa, quando de 0,50 a 0,250 mm, a areia é média e quando de 0,250 a 0,125 mm, a areia é fina (Escala de Wentworth).

Amostra	Copepoditos	Harpacticoda		Cyclopoida	temperatura	pH	granulometria
		A	B				
1	121	134	145	119	23,2	5.22	Média
1R1	118	126	152	112	23	5.20	Média
1R2	130	129	159	111	23,4	5.20	Média
2	129	115	161	118	22,8	5.19	Média
2R1	122	116	149	123	23	5.20	Média
2R2	119	126	157	129	23,1	5.20	Média
3	125	139	126	119	23	5.20	Média
3R1	129	135	139	116	23	5.23	Média
3R2	119	142	137	122	23,1	5.20	Média
5	113	133	145	119	23	5.19	Média
5R1	117	146	158	116	23,2	5.19	Média
5R2	121	136	148	126	22,9	5.19	Média
6	126	130	142	116	22,8	5.20	Grossa
6R1	132	137	132	111	23	5.20	Grossa
6R2	119	128	136	118	23	5.20	Grossa
7	154	159	116	124	23,1	5.20	Grossa
7R1	165	149	127	118	23	5.20	Grossa
7R2	147	161	132	112	23,2	5.20	Grossa
8	118	142	118	19	23	5.17	Média
8R1	125	139	122	14	23,1	5.19	Média
8R2	127	136	116	116	22,9	5.19	Média
9	22	6	2	0	22,9	5.22	fina
9R1	19	19	13	0	23	5.23	fina
9R2	17	15	15	0	22,9	5.22	fina