

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

Ecologia da comunidade aquática de um riacho de 1ª ordem da Mata Atlântica: Relações entre variáveis estruturais e bióticas em uma Reserva de Biosfera Tropical

Fábio Silveira Vilella

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS – SP

2002

FICHA CATALOGRÁFICA

V699e Vilella, Fábio Silveira

Ecologia da comunidade aquática de um riacho de 1 ordem da Mata Atlântica: Relações entre variáveis estruturais e bióticas em uma Reserva de Biosfera Tropical. – São Carlos: UFSCar, 2002.

121 f.

Dissertação (mestrado) UFSCar. ICBS

1. Ecologia 2. Comunidade 3. Riacho 4. Habitat 5. Mata Atlântica
6. Rio Grande do Sul I. Título.

CDU: 574.2 (816.5)

Fábio Silveira Vilella

Prof. Dr. Geraldo Barbieri

Prof^a Dr^a Sandra Maria Hartz

MENSAJE DE KONRAD LORENZ DIRIGIDO A LOS BIÓLOGOS SUDAMERICANOS

(...) El deber más importante de los jóvenes biólogos es el de hacer comprender claramente al público que tal crecimiento exponencial de la industria técnica ha de conducir, inevitablemente, a la catástrofe y que la especie humana sólo puede preservarse ella misma preservando su biotopo. (...)

Konrad Lorenz, 1979.

Revista de Biología del Uruguay, VII (1).

SER COMO ELLOS

Los sueños e las pesadillas están echos de los mismos materiales, pero esta pesadilla dice ser nuestro unico sueño permitido: un modelo de desarrollo que desprecia la vida y adora las cosas.

Eduardo Galeano, 1994.

Úselo y Tírelo. El mundo del milenio visto de una ecología latinoamericana. Planeta Biblioteca de ecología. Buenos Aires, 184 pp.

Agradecimentos

Agradeço aos meus orientadores Geraldo Barbieri e Sandra Maria Hartz pelo apoio na realização deste trabalho;

Ao Programa de Ecologia e Recursos Naturais PPGERN da UFSCar em especial seus funcionários, pela acolhida;

À minha esposa e companheira, Mariana A. Faria Corrêa, aos meus pais Aluizio e Marilde e minha irmã Cristiane, pelo apoio em todos os momentos, bons e difíceis dessa jornada;

Ao Sr. Mathias Dalpiaz, sua esposa Leonira e toda sua família pela gentil acolhida em sua propriedade, o que facilitou sobremaneira a execução deste trabalho e possibilitou-me uma compreensão mais verdadeira da história do vale do rio Maquiné e da relação de seus moradores com a terra;

Ao Srs. Darci e Valdomiro e suas famílias por permitirem o nosso trânsito em suas terras para que atingíssemos os pontos médio e inferior de coleta no Arroio Carvão;

Ao Sr. Olívio e sua família e em especial ao seu filho Remi, últimos tropeiros da região, que nos conduziram na área da Reserva Biológica da Serra Geral e possibilitaram a coleta de dados no segmento superior, guiando-nos e levando o material das expedições em muares e cavalos;

Ao pessoal do Departamento de Áreas Protegidas DEFAP/SEMA pelo préstimo às solicitações de licença e em especial aos guarda-parque Argílio Gomes Pereira e Francisco Koeff pelo seu companheirismo em campo. Ao administrador da Reserva Biológica da Serra Geral, Marco Aurélio Perotto pelo apoio ao projeto;

Aos Professores Georgina Bond Buckup, Giovani Vinciprova e Ludwig Buckup do Departamento de Zoologia da UFRGS e aos pesquisadores Edson H. L. Pereira, Vinícius Bertaco e Roberto E. Reis do Museu de Ciências da PUCRS pela identificação taxonômica das espécies;

A realização desse trabalho deveu-se a importante ajuda prestada pelos amigos Patrick Colombo, Cristiano Machado Silveira, Juan Andrés Anza, Thomas O. B. Hasper, Luiz Ernesto Schmidt, Carolina Alves Lemos, Rodrigo Endres Ardissoni, Emanuele Kuhn, Manuela Vias Bauer, Rafael Costa Angrizani, Ezequiel Pedó, Igor Pfeifer Coelho, Cristiane Silveira Vilella e Martin Schossler e

Paola Stumpf biólogos e estudantes do curso de Ciências Biológicas da UFRGS que participaram como voluntários das campanhas de amostragem;

À bióloga e amiga Omara Lange pelo auxílio nas expedições de campo e pela produção de imagens;

Aos colegas Gilberto Rodrigues e Fernando Gertum Becker pelo companheirismo, apoio em campo e sugestões ao trabalho;

Ao amigo Marcelo Saraiva pelo companheirismo nas saídas de campo;

Ao colega e amigo Tito César Marques de Almeida, professor da Universidade do Vale do Itajaí UNIVALI, e ao Professor Valério DePatta Pilar do Departamento de Ecologia da UFRGS pelo apoio com as análises estatísticas empregadas na dissertação;

Aos professores Nelsy Fenerich Verani, Alaíde Fonseca Aparecida Gessner, Orlando Moreira Silva e José Roberto Verani do PPGERN/UFSCar pelas importantes contribuições e sugestões feitas ao Capítulo I desta dissertação no exame de qualificação;

Ao CNPq pela bolsa de mestrado;

A PROPESQ/UFRGS pelo suporte de parte dos custos do projeto;

À Ação Nascente Maquiné ANAMA pelo apoio ao projeto e em especial às amigas e biólogas Cláudia Schirmer e Cristina Baldauf, professoras e moradoras de Maquiné;

Ao Núcleo Amigos da Terra RS e em especial à Kátia Vasconcellos, representante da entidade no Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da mata Atlântica, pelo seu apoio ao projeto;

Ao Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e em especial a Sra. Isabel Schiapetti pelo seu apoio ao projeto;

Ao Programa Man and Biosphere MaB/UNESCO pelo reconhecimento da importância deste trabalho e pelo prêmio concedido a este projeto.

Resumo

Este estudo foi desenvolvido no Arroio Carvão, um riacho de 1ª ordem da bacia hidrográfica do rio Maquiné no sul da Mata Atlântica do Brasil. A nascente do riacho está inserida no território da Reserva Biológica da Serra Geral, uma unidade de conservação considerada núcleo regional de biodiversidade da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. A pesquisa foi conduzida buscando identificar a influência de variáveis físicas e químicas do ambiente e de interações de forese entre espécies como fatores de estruturação da comunidade do riacho. Os resultados apontam a existência de relações de hierarquia entre as variáveis ambientais e sua influência sobre a comunidade. Também revelam que adaptações morfológicas da fauna às pressões exercidas pelo ambiente ritral podem tornar-se tão elaboradas e eficientes que permitem aos animais neutralizar ou mesmo superar os efeitos imposto pelo ambiente. Além disso, a forese mostra-se uma forma de interação não negativa entre espécies, capaz de proporcionar o sucesso na colonização e permanência em sítios mais favoráveis no ambiente lótico, mesmo àqueles organismos morfológicamente menos adaptados. Sobre a relação de forese discute-se também sua história evolutiva.

Abstract

This study was developed in *arroio* Carvão, a 1^a order stream at the Maquiné watershed, in the southern part of Atlantic Rain Forest, Brazil. The headwaters are within the Serra Geral Biological Reserve, a conservation unit that is a regional biodiversity core area of the Atlantic Forest Biosphere Reserve. The research was developed to identify the role of physical and chemical variables of the environment and the interactions of phoresis between species as elements that influence community structure in the stream. The results indicate the existence of a hierarchical relationship between the environmental variables and its influence on the community structure. It also reveals that morphological features and adaptations of the fauna to the lotic environmental pressure could turn highly elaborate and efficient, allowing the animals to neutralize or even transpose the environmental pressure. Phoresis, a non-negative form of interaction between species, represents an alternative way for animals morphologically less adapted to the lotic system, to colonize and establish on more favorable places in the stream. It is also discussed the evolutionary significance of phoresis.

ÍNDICE GERAL

Apresentação	1
Introdução.....	3
Referências	7
CAPÍTULO I	10
RELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E A COMUNIDADE AQUÁTICA EM UM RIACHO DE 1ª ORDEM NA MATA ATLÂNTICA, SUL DO BRASIL	10
Resumo	10
Introdução.....	11
Área de estudo	13
Método.....	14
<i>Procedimentos amostrais</i>	14
<i>Análise dos dados</i>	16
Resultados.....	19
<i>A comunidade</i>	19
<i>A influência do tempo e do espaço sobre a comunidade</i>	19
<i>As características abióticas</i>	20
<i>Relação entre a comunidade e as variáveis abióticas</i>	21
Discussão	23
<i>A comunidade aquática</i>	23
<i>O sistema lótico de 1ª ordem e os padrões observados para a ictiofauna sulamericana</i>	26
<i>Os padrões morfológicos da fauna</i>	27
<i>A relação entre as variáveis ambientais e a comunidade</i>	28
Conclusões.....	32
Agradecimentos.....	33

Referências	34
CAPÍTULO II	40
REGISTRO DE FORESE COMO ESTRATÉGIA ADAPTATIVA DA COMUNIDADE BENTONICA AO LONGO DE UM RIACHO DE 1 ^a . ORDEM NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL	40
Resumo	40
Introdução.....	42
Métodos.....	44
<i>Área de estudo</i>	44
<i>Amostragem</i>	45
<i>Análise dos resultados</i>	45
Resultados.....	46
Discussão	48
<i>Da natureza das relações</i>	48
<i>Da origem das interações observadas</i>	53
Considerações finais	57
Agradecimentos.....	59
Referências	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
<i>Sobre os objetivos deste estudo</i>	66
<i>A Reserva Biológica da Serra Geral</i>	67

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.* Relação das variáveis abióticas analisadas no Arroio Carvão, suas respectivas unidades e abreviações adotadas neste trabalho.70
- Tabela 2.* Composição e abundância das espécies da megafauna do arroio Carvão em diferentes unidades espaço-temporais. Espécies assinaladas com X foram registradas apenas através de métodos qualitativos e não foram consideradas nas análises estatísticas. Os anfíbios onde constam dados de abundância referem-se apenas a girinos. S: trecho superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera.71
- Tabela 3.* Resultados do teste de aleatorização realizado a partir dos dados de composição e abundância das espécies da megafauna nas diferentes unidades espaço-temporais do arroio Carvão, sul do Brasil. Foram realizadas 5.000 iterações e o alfa de 0.05. Valores assinalados (*) aceitam a hipótese nula (h_0) de que, considerando a composição e abundância de espécies, não existem diferenças significativas entre as unidades espaço-temporais. S: trecho superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera.72
- Tabela 4.* Valores das variáveis abióticas analisadas e seu comportamento frente as 12 unidades espaço-temporais analisadas no arroio Carvão. S: trecho superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera. As legendas das variáveis são explicadas na Tabela 1.73
- Tabela 5.* Relação das variáveis utilizadas na Análise de Correspondência Canônica e seus relativos valores intraset relacionados para os eixos 1 e 2. À esquerda são apresentadas as 29 variáveis utilizadas na primeira análise. À direita são apresentadas as 8 variáveis representativas dos conjuntos de variáveis obtidos pela análise de agrupamento. Abaixo das variáveis são apresentados os autovalores e percentuais obtidos para cada eixo. As variáveis marcadas com *** apresentaram multicolinearidade.....74

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.* Área de estudo. A) localização da área de estudo na Bacia Hidrográfica do rio Maquiné. O triângulo aponta a sede do município de Maquiné e o círculo aponta o distrito da Barra do Ouro. B). perfil altitudinal da bacia hidrográfica do Arroio Carvão com a localização dos segmentos e trechos de amostragem e das cachoeiras que se distribuem pelo riacho.76
- Figura 2.* Comportamento dos padrões de riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e Equidade para a comunidade considerando as diferentes unidades espaço-temporais do Arroio Carvão. S: trecho Superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; v: verão; o: outono; i: inverno; p: primavera.77
- Figura 3.* Dendrograma resultante da análise de agrupamento das 32 variáveis abióticas utilizadas na análise de correspondência canônica (CCA) para verificar a relação entre o meio e a comunidade aquática do Arroio Carvão. A linha tracejada define o corte do cluster e os 08 grupos de variáveis considerados. As variáveis assinaladas (**) foram utilizadas para representar o conjunto na CCA.78
- Figura 4.* Gráfico da análise de correspondência canônica (CCA) apontando as características estruturais importantes em cada unidade espaço-temporal estudada no Arroio Carvão e sua influência na estrutura da comunidade. S: trecho Superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; v: verão; o: outono; i: inverno; p: primavera. Círculos assinalam as unidades espaço-temporais e triângulos assinalam as espécies.79
- Figura 5.* Perfil altitudinal do arroio Carvão em que são apontadas as relações de forese encontradas em cada trecho de amostragem. Por ordem sempre são apresentados os epibiontes e seus respectivos hospedadores.80

ANEXOS

Anexo 1. Cachoeira considerada limite entre os segmentos inferior e médio do Arroio Carvão.....	82
Anexo 2. Demarcação do trecho longitudinal de 60 metros no segmento médio do Arroio Carvão. As fitas vermelhas assinalam distâncias regulares de 5 metros e orientam os procedimentos de amostragem.....	83
Anexo 3. Kick sampling method, método de coleta em que são perturbados os seixos à montante e dessa forma os organismos são deslocados em direção ao puçá, onde são colhidos.	83
Anexo 4. Lance de tarrafa empregado em poça no segmento inferior do Arroio Carvão a fim de obter dados complementares da composição de espécies.....	84
Anexo 5. Aspecto geral do Arroio Carvão. A: poça seguida de uma pequena queda, onde se destacam os tamanhos dos blocos de basalto; B: aspecto geral da conectividade da vegetação ciliar e da alternância de trechos de remansos e rápidos no segmento inferior.....	84
Anexo 6. Diferentes estádios de desenvolvimento de <i>Hyla marginata</i> no Arroio Carvão. A: adulto recém formado; B: desova presa a graveto em remanso marginal do trecho superior; C: imago capturado no segmento médio do riacho.....	85
Anexo 7. <i>Parastacus brasiliensis</i> capturado no trecho superior do Arroio Carvão.	85
Anexo 8. Diferentes estádios de desenvolvimentos de <i>Hylodes meridionalis</i> no Arroio Carvão. A: adulto, vista dorso-lateral; B: girino; C: adulto, vista ventral.	86
Anexo 9. <i>Hemipsilichthys sp</i> uma nova espécie para a ciência encontrada durante a realização deste estudo. Encontrado exclusivamente no segmento médio do Arroio Carvão.....	86

Anexo 10. Padrões morfológicos comumente encontrados na megafauna do Arroio Carvão. A: achatamento ventral, boca ventral, nadadeiras pares posicionadas lateralmente ao corpo (<i>Rineloricaria aequalicuspis</i>); B: achatamento dorso-ventral do corpo (<i>Rineloricaria aequalicuspis</i>); C: corpo enguiliforme e boca terminal (<i>Heptapterus mustelinus</i>); D: corpo fusiforme (<i>Hemipsilichtys sp</i>).	87
Anexo 11. <i>Trichodactylus fluviatilis</i> encontrado no Arroio Carvão. A: animal encontrado escalando a cachoeira que limita os segmentos inferior e médio do riacho; B: fêmea carregando seus ovos.	87
Anexo 12. Fêmea de <i>Stratiodrillus vilae</i> encontrado em associação a <i>Aegla rossiana</i> e <i>Parastacus brasiliensis</i> no Arroio Carvão. Barra de escala 300 µm (extraído e modificado de Amato, 2001).	88
Anexo 13. <i>Temnocephala axenos</i> associado a <i>Aegla rossiana</i> nos segmentos médio e inferior do Arroio Carvão. A: 4 indivíduos fixados próximos ao aparelho bucal do crustáceo; B, C: indivíduo de <i>Temnocephala axenos</i> preso à pata de <i>Aegla rossiana</i> ; C: ovos de <i>Temnocephala axenos</i> presos à carapaça do crustáceo.	88
Anexo 14. <i>Ichthyocladus sp</i> associado à <i>Hemipsilichtys hypselurus</i> . A: larva presa à face ventral da nadadeira peitoral de <i>Hemipsilichtys hypselurus</i> ; B detalhe; C: vista dorsal do pupário construído pela larva para proteção da pupa; D: vista ventral do pupário em que se observa a larva de <i>Ichthyocladus sp</i> protegida; E, G: aspectos da pupa; F: vista dorsal de <i>Hemipsilichtys hypselurus</i>	89
Anexo 15. Larva de <i>Nanocladius sp</i> associada à ninfa de Plecoptera (Perlidae) no trecho superior do Arroio Carvão.	89

APÊNDICES

Apêndice 1. Normas para o envio de publicação para o periódico Hydrobiologia.

Apêndice 2. Normas para o envio de publicação para o periódico Freshwater Biology.

APRESENTAÇÃO

O trabalho que aqui se apresenta foi elaborado e executado entre os anos de 2000 e 2002 e desenvolvido como parte das atividades relacionadas ao curso de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos (PPGERN UFSCar).

A dissertação inicia-se com uma introdução geral em que são expostas as justificativas que embasaram a concepção e nortearam a execução desta pesquisa. Seguem-se ao capítulo introdutório dois capítulos em formato de artigo a serem enviados para publicação. O primeiro refere-se à influência das variáveis estruturais do ambiente sobre a comunidade do Arroio Carvão, um riacho de 1ª ordem da Mata Atlântica do sul do Brasil, e está adequado às normas da revista *Hydrobiologia*. O segundo capítulo discute a influência das associações entre espécies através de forese e sua influência na estruturação da comunidade do mesmo riacho e segue as normas da revista *Freshwater Biology*. As normas para publicação em ambas as revistas são colocadas ao final do trabalho como apêndices.

As imagens da área de estudo, metodologia, espécies e interações apresentadas nesta dissertação são acrescentadas em forma de anexo, por não se adequarem ao formato exigido pelas revistas de publicação científica.

Ao final da dissertação são feitas considerações sobre a Reserva Biológica da Serra Geral e sua importância para a conservação da comunidade aquática do riacho.

Não se buscou neste trabalho o esgotamento das questões tratadas nesta dissertação mas sim dar andamento a linha de pesquisa em comunidades de riachos da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul, que teve seu início em 1995 pelo Laboratório de Ecologia de Vertebrados do Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Nossa pesquisa procura contribuir para o conhecimento da fauna e das características ecológicas existentes nos riachos da região e dessa forma fornecer subsídios

aos tomadores de decisão e à comunidade local objetivando a conservação deste ecossistema.

Por fim registramos que a pesquisa foi realizada sob as licenças IBAMA Nº 027/2000 com validade de 09/2000 à 03/2001 e Nº 09/2001/RS com validade de 22/03/2001 à 22/03/2002. A licença do órgão estadual refere-se a Autorização Especial de Pesquisa Nº 80 emitida em 19 / 06 / 2001 pelo Departamento de Recursos Naturais Renováveis DRNR e as Autorizações para Ingresso de Pesquisadores na Reserva Biológica da Serra Geral N^{os} 40/2000 e 6, 22, e 48/2001.

INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o país com a maior biodiversidade do mundo (MITTERMEIER *et al.*, 1992). Dentre os importantes biomas que cobrem o país e contribuem com essa rica biodiversidade está a Mata Atlântica. Essa floresta originalmente cobria cerca de um milhão e cem mil Km² do território brasileiro e estendia-se na faixa litorânea do país do atual estado do Rio Grande do Norte até o estado do Rio Grande do Sul e adentrava a oeste, alcançando o estado de Minas Gerais. Atualmente, estima-se que a floresta represente apenas 5% de sua cobertura original (CÂMARA, 1991).

Em 1988 a Mata Atlântica foi reconhecida como Patrimônio Nacional pela Constituição Federal e entre os anos de 1991 e 1993 o Programa Man and Biosphere – MaB da UNESCO declarou Reserva da Biosfera porções contínuas do território nacional que estendem-se do estado do Ceará ao Rio Grande do Sul. Dessa forma a Mata Atlântica tornou-se reconhecida como um dos ecossistemas de maior biodiversidade do mundo e ao mesmo tempo um dos mais ameaçados (HANNAH *et al.*, 1994; MYERS *et al.*, 2000).

A partir do reconhecimento da Mata Atlântica como um Patrimônio Nacional e da atenção prestada por parte de instituições internacionais, diversos esforços têm sido empregados por ONG's nacionais e estrangeiras e pelos governos federal e estaduais buscando a conservação e recuperação desse ambiente. No entanto, apesar do estabelecimento de programas, políticas públicas, e uma nova legislação ambiental que vem evoluindo, até o momento poucos trabalhos foram desenvolvidos no Brasil objetivando a geração de parâmetros de monitoramento e recuperação da qualidade ambiental com base na fauna ou na flora destes ambientes.

Entre os diversos grupos de animais vertebrados os peixes são, sem dúvida, o grupo com o maior número de espécies. Segundo estimam MYERS *et al.* (2000), existem ainda em torno de 5.000 espécies ainda não descobertas ou um número maior do que todos os mamíferos atualmente conhecidos. A fauna de peixes de água doce sul-americana é a mais rica em espécies conhecidas dentre todas as regiões zoogeográficas (LOWE-MCCONNELL, 1999; MOYLE & CECH JR., 2000), no entanto BÖHLKE *et al.* (1978) avaliaram que entre 30

e 40% das espécies ainda são desconhecidas pela ciência. Dentro dessa perspectiva, o Brasil, devido a sua extensão territorial, diversidade de biomas e elevado número de bacias hidrográficas possui uma porção considerável da riqueza de espécies de peixes de água doce sul-americana.

Além dos peixes, os macroinvertebrados aquáticos, ou que possuem algum estágio de sua vida na água, são outro grupo bastante rico que contribui com a elevada biodiversidade brasileira. Estes organismos têm sido utilizados com êxito como ferramenta no monitoramento de ecossistemas lóticos principalmente nos países da Europa e na América do Norte. As condições para que estes países utilizem essa fauna como monitores foram estabelecidas sobre uma base de conhecimento taxonômico razoável e sobre o desenvolvimento de estudos de longa duração e em situações de contraste do estado de conservação dos sistemas aquáticos, permitindo comparações e o estabelecimento de padrões. No hemisfério sul e em especial no Brasil, o conhecimento taxonômico a nível específico de macroinvertebrados é ainda bastante incipiente e poucos têm sido os investimentos feitos pelo poder público para melhorar este quadro. Em sua maioria as agências estaduais de meio ambiente como, por exemplo a CETESB em São Paulo, FEAM em Minas Gerais, têm empregado o Índice de Qualidade das Água (IQA) para o monitoramento dos sistemas aquáticos. O IQA baseia-se em parâmetros físicos e químicos e não inclui a biota em seus parâmetros de avaliação (BRUSCHI JR. *et al.*, 1998). Dentre as agências estaduais destaca-se na agência de meio ambiente do estado do Rio de Janeiro (FEEMA) o uso de macroinvertebrados bentônicos como parâmetros de avaliação de qualidade das águas de algumas bacias hidrográficas daquele estado. Apesar dessa situação, pesquisadores brasileiros têm desenvolvido estudos visando a elaboração de índices integridade baseados na biota para o monitoramento de sistemas aquáticos (AGUIRRE, 1999; KUHLMANN, 2000; FICHBERG *et al.*, 2001; MOREIRA, 2002).

Apesar de sua diversidade, os peixes e os macroinvertebrados são provavelmente os grupos menos considerados em estimativas regionais de biodiversidade e programas de conservação. Esse quadro se deve a problemas taxonômicos e à escassez de dados de campo para a maioria dos grupos de água doce (ROSA & MENEZES, 1996; MYERS *et al.*,

2000). Apesar de sua importância e do elevado número de espécies, o Brasil ainda não possui uma avaliação oficial do status de conservação das espécies de peixes, porém ROSA & MENEZES (1996) publicaram uma listagem preliminar contendo 78 espécies de peixes das quais 67 são de água doce e dessas 53 são pertencentes ao domínio da Mata Atlântica.

Os rios, riachos e arroios localizados na Mata Atlântica estão grandemente alterados por degradação das matas ciliares, erosão, assoreamento, poluição química e de esgotos domésticos, retirada de seixos e areia ou represamentos e introdução de espécies exóticas (MENEZES *et al.*, 1990; FARIA & MARQUES, 1999). Os animais nesses ambientes possuem alta dependência da floresta como controle da luminosidade incidente, turbidez, acidez, temperatura, fluxo e alimento (VANNOTE *et al.*, 1980; ANGERMEIER & KARR, 1984; ALLAN, 1995; MOYLE & CECH JR., 2000). MENEZES *et al.* (1990) ressaltam a importância da conservação das áreas restantes de Mata Atlântica para a sobrevivência de diversas espécies de peixes, muitas delas endêmicas.

A ictiofauna tem sido utilizada em diversos países como um parâmetro de qualidade de Bacias Hidrográficas e atividades de recuperação de cursos d'água tendo em vista que existem relações entre essa fauna e a estrutura do habitat, clima, geomorfologia, vegetação e outros caracteres da Bacia (FRISSEL *et al.*, 1986). Segundo MARET *et al.* (1997) muitos estados norte-americanos têm implantado com sucesso programas de avaliação biológica de ambientes aquáticos baseados em uma abordagem de eco-regiões.

No Brasil, através da Lei nº 9.433 de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, foram adotadas Bacias Hidrográficas como unidades de gerenciamento ambiental. No entanto, os Comitês de Gerenciamento ainda se encontram em formação e as Bacias Hidrográficas carecem da elaboração e avaliação de parâmetros de monitoramento e planejamento adequadas a sua realidade.

Estudos desenvolvidos sobre a fauna de peixes em riachos da Mata Atlântica têm focado isoladamente importantes aspectos das espécies ou assembléias de peixes tais como dieta, distribuição ao longo dos cursos d'água, dinâmica de populações ou a

disponibilidade de recursos nesses ambientes (SABINO & CASTRO, 1990; RAMOS & CONRAD, 1999; UIEDA & KIKUCHI, 1995; BAPTISTA *et al.*, 1998). Poucos estudos têm focado a relação entre a distribuição das espécies de peixes e fatores bióticos e/ou abióticos desses ambientes (MAZZONI-BUCHAS, 1998).

Dessa forma o trabalho que aqui se apresenta tem por objetivo identificar a riqueza, abundância, diversidade e distribuição das espécies da megafauna ao longo de um riacho de 1ª ordem denominado Arroio Carvão e analisar variáveis físicas e químicas do riacho estudado ao longo de um gradiente altitudinal imposto pela encosta da Serra Geral do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

- Aguirre, R. M. G. 1999. Monitoramento biológico de três córregos na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP (BRASIL). *Dissertação de Mestrado*, UFSCar, São Carlos, SP. 149 pp.
- Allan, J. D. 1995. *Stream Ecology: Structure and function of running waters* 1ª ed. Chapman & Hall.
- Angermeier, P. L. & Karr, J. R. 1984. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical stream. In: *Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes*. Thomas M. Zaret (ed.): 39 – 57 p.
- Baptista, D. F.; Buss, D. F.; Dorvillé, L. F. M. & Nessimian, J. L. 1998. O Conceito de Continuidade de Rios é Válido para Rios de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil ? In: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (eds). *Ecologia de Insetos Aquáticos*. Séries Oecologia Brasiliensis, vol V. PPGE - UFRJ. Rio de Janeiro Brasil. P. 209 - 222.
- Bohkle, J. E.; Weitzman, S. H. & Menezes, N. A. 1978. Estado atual da sistemática de peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazônica*, 8 (4): 857 – 677.
- Bruschi Jr.,W.; Salomoni,S.E.; Fermino,F.S.; Pedrozo,C.S; Schwarzbald,A.; Peret,A.C. 1998. Aplicação de um Índice de Qualidade de Águas para as Lagoas Costeiras, RS, afetadas por despejos urbanos. *Biociências*, 6 (1): 55 – 66.
- Câmara, I. G. 1991. *Plano de Ação para a Mata Atlântica* – Fundação SOS Mata Atlântica.
- Faria, A. P. & Marques, J. S. 1999. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros. *Ciência Hoje* 25 (146): 56 – 61.
- Fichberg, I.; Araújo, F. G.; Pinto, B. C.T. & Peixoto, M. G. 2001. Desenvolvimento e validação do índice de integridade biótica para o rio Paraíba do Sul (trecho Porto Real - Barra do Pirai), RJ, utilizando a comunidade de peixes. *Resumos do XV Encontro Brasileiro de Ictiologia*, São Leopoldo.
- Frissel, C. A.; Liss, W. J.; Warren, C. E. & Hurley, M. D. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management* 10: 199 – 214.

- Hannah, L.; Lohse, D.; Hutchinson, C. Carr, J. L. & Lankerani, A. 1994. A preliminary inventory of the human disturbance of world ecosystems. *Ambio* 23 (4-5): 246 – 250.
- Kuhlmann, M. L. 2000. Invertebrados bentônicos e qualidade ambiental. *Tese de Doutorado*, USP, São Paulo, SP. 156 pp.
- LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997 Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. Editora da Universidade de São Paulo (Coleção Base), São Paulo.
- Maret, T.R., Robinson, C.T., and Minshall, G.W., 1997, Fish assemblages and environmental correlates in least-disturbed streams of the Upper Snake River Basin: *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 126, no. 2, p. 200-216.
- Mazzoni-Buchas, R. 1998. Estrutura das Comunidades e Produção de Peixes de um Sistema Fluvial Costeiro de Mata Atlântica, Rio de Janeiro. *Tese de Doutorado*, PPG-ERN, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. 101 pp.
- Menezes, N. A.; Castro, R. M. C.; Weitzman, S. H. & Wetzman, M. J. 1990. Peixes de riacho da floresta costeira Atlântica brasileira: um conjunto pouco conhecido e ameaçado de vertebrados pp. 290 - 295. In: *II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo*. 2. Academia de ciências do estado de São Paulo, vol I, 448pp.
- Mittermeier, R. A.; Ayres, J. M.; Werner, T. & Fonseca, G. A. B. 1992. O país da megadiversidade. *Ciência Hoje* 14 (81): 20 – 27.
- Moreira, M. B. 2002. Adaptação do Índice de Integridade Biótica de Peixes para Riachos das Bacias dos Rios do Sinos e Gravataí, Santo Antônio da Patrulha, RS. *Dissertação de Mestrado*, UNISINOS, São Leopoldo, RS.
- Moyle, P. B. & Cech Jr., J. J. 2000. *Fishes: An introduction to Ichthyology* 4^a ed. Prentice-Hall, Inc.

- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 408: 853 – 858.
- Ramos, L. A. & Conrad, H. G. 1999. Biologia reprodutiva de *Hemiancistrus* sp. (OSTEICHTYES, LORICARIIDAE) do Rio dos Sinos, RS. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, 25 (único): 45 – 50.
- Rosa, R. S. & Menezes, N. A. 1996. Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces, Elasmobranchii, Actinopterygii) ameaças no Brasil. *Rev. bras. Zool.*, 13: 647-667.
- Sabino, J. & Castro, R. C. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta atlântica (sudeste do Brasil). *Rev. Brasil. Biol.*, 50: 23 – 36.
- Uieda, V.; & Kikuchi, R. 1995. Entrada de material alóctone (detritos vegetais e invertebrados terrestres) num pequeno curso de água corrente na cuesta de botucatu, São Paulo. *Acta Limnologica Brasiliensia*, VII: 105 - 114.
- Vannote, R. L.; Minshal, G. W.; Cummins, K. W.; Sendel, J. R. & Cushing, C. E. 1980. Theriver continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130 – 138.

CAPÍTULO I

RELAÇÕES ENTRE RELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E A COMUNIDADE AQUÁTICA EM UM RIACHO DE 1ª ORDEM NA MATA ATLÂNTICA, SUL DO BRASIL

Fábio S. Vilella, Fernando G. Becker, Sandra M. Hartz & Geraldo Barbieri

Laboratório de Ecologia de Vertebrados, Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caixa Postal: 15007, Cep: 91.501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.

Palavras-chave: comunidade aquática, variáveis ambientais, ecologia de riachos, Mata Atlântica

RESUMO

O estudo foi desenvolvido em um riacho de primeira ordem da porção sul da Floresta Pluvial Atlântica do Brasil. Foram realizadas amostragens da megafauna aquática (Amphibia, Crustacea & Osteichthyes) buscando observar a composição e abundância das espécies frente às diferentes influências impostas pelo tempo (variação sazonal) e pelo espaço (gradiente altitudinal). Como forma de caracterizar os diferentes locais de coleta e seu comportamento durante as diferentes estações do ano foram avaliadas 34 variáveis ambientais de macro-escala e de meso-escala, estas últimas abrangendo ainda variáveis estruturais e limnológicas dos trechos de amostragem. Os resultados apontaram a forte influência da escala espacial na estruturação da comunidade. Além disso, revelaram uma estrutura hierárquica entre as variáveis consideradas e sua influência sobre a composição e abundância da comunidade nas diferentes unidades espaço-temporais analisadas. Discutem-se os padrões encontrados para a ictiofauna frente ao observado para a fauna de peixes de água doce da América do Sul e a importância de barreiras geográficas na estruturação da comunidade de riachos de 1ª ordem em regiões montanhosas. Também são discutidas as adaptações morfológicas encontradas para a megafauna do riacho.

INTRODUÇÃO

Os estudos de ecologia de rios e riachos são amplamente difundidos no hemisfério norte e com base nos resultados obtidos ao longo de aproximadamente um século, foi possível a elaboração do Conceito de Rio Contínuo (CRC) por VANNOTE *et al.* (1980). O conceito explora a dimensão longitudinal dos sistemas lóticos e assinala a existência de um contínuo gradiente de condições físicas e padrões consistentes de “carregamento”, transporte, utilização e abundância de matéria orgânica ao longo do rio. Segundo CRC existe um padrão previsível onde as comunidades que habitam as porções inferiores do rio são adaptadas a aproveitar a ineficiência de processamento das partes superiores do sistema. A partir da publicação do CRC muitos estudos têm buscado verificar sua validade para sistemas lóticos em todo o mundo (BARMUTA & LAKE, 1982; WINTERBOURN, 1982; BAPTISTA *et al.*, 1998).

Apesar da imensa rede hídrica sul-americana e em especial a do Brasil, poucos são os estudos (HARO *et al.*, 1991; SABINO & ZUANON, 1998; MISERENDINO, 2001) que tratam da diversidade, composição e abundância da comunidade aquática considerando-se as quatro dimensões do sistema lótico: longitudinal, lateral, vertical e temporal (WARD, 1989). Mais escassos ainda são aqueles trabalhos dedicados aos riachos localizados na Floresta Pluvial Atlântica (SABINO & CASTRO, 1990; UIEDA *et al.*, 2001; MAZZONI & LOBÓN-CERVIÁ, 2000).

A Floresta Pluvial Atlântica estende-se pela costa brasileira em um “estreito” corredor de 3000 km composto de um grande número de bacias hidrográficas independentes ou pouco conectadas, cujas nascentes localizam-se em altitudes entre 1000 e 3000 metros acima do nível do mar (a. n. m.) e declinam abruptamente pelas encostas, desaguando diretamente no Oceano Atlântico ou previamente em complexos lagunares litorâneos. Em 1988 a Mata Atlântica foi reconhecida como Patrimônio Nacional pela Constituição Federal do Brasil e entre os anos de 1991 e 1993 o Programa Man and Biosphere – MaB da UNESCO declarou Reserva da Biosfera porções contínuas do território nacional que estendem-se ao sul do equador por mais de 23° de latitude, abrangendo mais de 17 estados

da Federação. Dessa forma a Mata Atlântica tornou-se reconhecida como um dos ecossistemas de maior biodiversidade do mundo e ao mesmo tempo um dos mais ameaçados (MITTERMEIER *et al.*, 1992; HANNAH *et al.*, 1994; MYERS *et al.*, 2000).

Dentre os grupos animais que contribuem de forma muito importante para essa elevada biodiversidade, os peixes são, entre os vertebrados, o grupo mais rico em espécies (MYERS *et al.*, *op. cit.*). Assim como os peixes, uma enorme variedade de organismos pode ser relacionada, conferindo aos ambientes aquáticos um importante papel na elevada biodiversidade brasileira. Apesar disso, observa-se que o conhecimento tanto taxonômico quanto da bionomia das espécies de água doce e em especial dos sistemas lóticos é ainda bastante incompleto (VARI & MALABARBA, 1998; HEYER, 1990; FERNANDÉZ & DOMINGUES, 2001). Como traço marcante da ictiofauna da Mata Atlântica destaca-se o elevado grau de endemismos resultante do processo de evolução histórica das espécies em área geomorfologicamente isolada das demais bacias hidrográficas brasileiras (CONSERVATION INTERNATIONAL *et al.*, 2000).

O manejo e a conservação da integridade biótica de ecossistemas requerem o estabelecimento de situações e padrões de referência sobre os quais é possível traçar metas, métodos e avaliar os efeitos dos investimentos e ações empregados no sistema (ROSEMBERG & RESH, 1993). O Índice de Integridade Biótica (IBI) (KARR, 1981) tem sido adotado com uma ferramenta importante no monitoramento de sistemas lóticos (HUGHES & OBERDORFF, 1999) porém, devem ser estabelecidas condições de referência para os parâmetros que devem compor o IBI a partir de riachos pouco perturbados, dados históricos, informações paleoecológicas e avaliações técnicas (HUGHES *et al.*, 1998).

Dentre os diversos esforços empreendidos para a conservação da Mata Atlântica, foi realizado em 1999 um importante Workshop em que foram reunidos os maiores especialistas do Brasil. Neste encontro foram apontadas áreas prioritárias para a conservação dos elementos da flora e da fauna da Mata Atlântica e dos Campos Sulinos (CONSERVATION INTERNATIONAL *et al.*, 2000). Como resultado, dentre as áreas prioritárias, as encostas e canyons da Serra Geral foram assinaladas por sua importância

para a fauna e a flora destacando-se nessa área a importância da Bacia Hidrográfica do Rio Maquiné para a conservação da ictiofauna.

O objetivo deste estudo é analisar a composição e abundância de Osteichthyes, Amphibia e Crustacea em um riacho de 1ª ordem da Mata Atlântica no sul do Brasil e investigar como as escalas temporal e espacial influenciam na configuração desta comunidade.

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um riacho de 1ª ordem (*sensu* STRAHLER, 1952), denominado localmente por Arroio Carvão, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Maquiné, no município de Maquiné, litoral norte do estado do Rio Grande do Sul.

O Arroio Carvão (-50.23° / -29.54°) é um riacho com aproximadamente 3,5 km de extensão longitudinal e a sua micro-bacia possui uma área de aproximadamente 6 Km² (Figura 1). As nascentes do riacho estão localizadas a aproximadamente 800 metros acima do nível do mar (a.n.m.), no interior da Reserva Biológica da Serra Geral, uma Unidade de Conservação considerada núcleo regional de diversidade. Sob forte influência do gradiente altitudinal o riacho deságua no Arroio Forqueta, um dos principais afluentes formadores do Rio Maquiné, a aproximadamente 100 metros a.n.m.

Na porção inferior do riacho foi encontrada uma poça marginal que é temporariamente conectada ao curso d'água devido aos eventos de rápido aumento de volume d'água, freqüentes no verão devido a chuvas torrenciais. Este ambiente foi amostrado em todas as estações porém, como suas condições ambientais diferem daquelas encontradas no sistema lótico, os dados obtidos neste sítio não foram considerados nas análises estatísticas.

MÉTODO

Procedimentos amostrais

Foram realizadas campanhas de amostragem entre os dias 06 e 30 de março (verão), 17 e 30 de maio (outono), 16 e 28 de agosto (inverno) e 19 e 30 de outubro (primavera), observando-se as quatro estações do ano de 2001. Em função das adversidades do terreno, da dificuldade de acesso aos pontos de coleta e a inconstância das condições climáticas na região, as campanhas variaram entre 11 e 24 dias. As atividades de coleta em um trecho compreendiam um tempo médio de 5 horas para a realização dos procedimentos de amostragem e o levantamento de todos os dados. Tendo em vista o exposto, em nenhuma das campanhas foi possível realizar a amostragem de dois pontos em um mesmo dia.

Para a realização do estudo o riacho foi dividido em três segmentos (superior, médio e inferior). Cada segmento foi delimitado pela presença de cachoeiras que poderiam representar barreiras geográficas entre um segmento e outro. Assim, o segmento inferior segue da foz do Arroio Carvão até 200 metros a.n.m. onde há uma cachoeira com 10 metros de altura. O segmento médio inicia-se na porção superior da cachoeira que limita o segmento inferior e estende-se até 700 metros a.n.m. onde há outra queda com aproximadamente 100 metros de altura. No interior do segmento médio existe ao menos uma cachoeira com 10 metros de altura. O segmento superior estende-se da porção superior da queda que limita o segmento médio e estende-se até 800 metros a.n.m. Todas as cachoeiras registradas no riacho são muito verticalizadas e apresentam inclinação próxima a 90° (ANEXO 1).

Em cada segmento foi definido um trecho contínuo de 60 metros, para a realização dos procedimentos de amostragem (BISSON & MONTGOMERY, 1996) (ANEXO 2). Em cada trecho amostral foram aplicados 30 lances de puçá ou “kick sampling method” (SUTHERLAND, 1996) sempre em sentido foz-nascente (ANEXO 3). Anteriormente a cada lance de puçá foi medida a profundidade e estimada a velocidade da corrente no ponto de

amostragem através do método do bastão métrico (ANGERMEIER & SCHLOSSER, 1989; BAIN & STEVENSON, 1999). Para cada lance amostral foi anotada a posição em relação ao trecho e foram identificadas e quantificadas as espécies amostradas. Durante a amostragem de inverno, no trecho médio foi utilizada uma área longitudinal maior que 60 metros para a coleta de dados de abundância das espécies em função do menor volume de água disponível na superfície (provocado pela grande percolação da água no trecho) para que fosse possível a aplicação de 30 lances de puçá.

São considerados nesse estudo os dados relativos a “megafauna” do riacho, sendo estes os crustáceos (Crustacea), anfíbios (Amphibia) e os peixes (Osteichthyes). Dentre os anfíbios, foram considerados separadamente na análise os adultos e girinos de uma mesma espécie em função das expressivas diferenças ecológicas existentes entre estes dois estágios de vida.

O termo megafauna é consagrado na Paleontologia para referir-se principalmente ao conjunto de grandes mamíferos que existiram entre o Pleistoceno (1.8 milhões de anos) e o começo do Holoceno (8.000 a. C). Em ecologia terrestre é adotado para referir-se aos invertebrados que integram a cadeia de decompositores e que possuem tamanho superior a 20 mm (BEGON *et al*, 1997) e em biologia marinha para referir-se ao conjunto de grandes seres marinhos da atualidade como baleias, tubarões, atuns e tartarugas.

Em estudos de ecologia de riachos o termo macro é empregado em macroinvertebrados para identificar o conjunto de invertebrados (taxonomicamente e funcionalmente diferentes) que é amostrado através de uma rede de malha de 500 µm, (HAUER & LAMBERTI, 1996). Dessa forma não existe na atualidade um termo que permita designar o conjunto de organismos incluindo animais vertebrados e invertebrados. O método de amostragem empregado nesse estudo possibilitou a coleta de animais vertebrados e invertebrados. Os animais vertebrados são normalmente aqueles que atingem os maiores tamanhos corporais no ambiente aquático. Dessa forma, adotamos e também passamos a propor em estudos de ecologia de riachos que compreendam esses diferentes grupos funcionais e taxonômicos o uso do termo megafauna para identificar esse conjunto de organismos, excluindo e diferenciando os macroinvertebrados.

Os indivíduos capturados tiveram seu comprimento total medido e os animais foram devolvidos ao riacho para evitar a elevada retirada de organismos do ambiente (MARTIN-SMITH, 1998; UIEDA & UIEDA, 2001). Objetivando a complementação dos dados de composição de espécies, além do procedimento descrito, em cada segmento foram realizadas amostragens qualitativas obtidas em lances de tarrafa (ANEXO 4) e puçá e registros de desovas e vocalizações.

Após a coleta de dados bióticos foram procedidas as coletas de dados físicos e químicos de cada trecho num total de 34 variáveis que são apresentados na Tabela 1. As variáveis abióticas foram previamente classificadas como de macro e meso-escala quanto à escala espacial. As variáveis de meso-escala foram ainda divididas em estruturais e limnológicas (Tabela 1).

As variáveis limnológicas foram obtidas a partir de amostras fixadas em campo por métodos adequados e, em um período de até 24 horas, analisados (EATON *et al.*, 1995). Os dados brutos relacionados à estrutura física do trecho amostral foram tomados em campo ou obtidos a partir de carta topográfica em escala 1:50.000. As medidas de largura da calha, lâmina d'água e substrato foram tomadas em transecções estabelecidas a cada 05 metros no trecho amostral. Em cada transecto foram tomadas 5 medidas de profundidade e velocidade da corrente e foi estimada, em valores percentuais, a composição do substrato de acordo com uma escala previamente estabelecida (GORDON *et al.*, 1995).

Uma matriz com 29 variáveis ambientais foi utilizada nas análises estatísticas, considerando os valores dos coeficientes de variação (CV) da largura da calha, largura da lâmina d'água, profundidade, velocidade da corrente e da vazão. Dessa forma não foram incluídos os valores médios destas variáveis que são apresentados apenas para informar as dimensões do ambiente estudado.

Análise dos dados

Para a realização das análises foram consideradas como unidades amostrais as situações resultantes das combinações entre a escala espacial e temporal abordadas no

estudo. A escala espacial é representada pelos três trechos representativos dos segmentos do riacho e a escala temporal é definida pelas quatro estações do ano, resultando em 12 unidades que denominam-se unidades espaço-temporais.

Como forma de caracterizar a comunidade aquática nos trechos amostrados e observar a influência da variação sazonal foram consideradas a riqueza de espécies (S) e calculados o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), a equidade (E) para cada unidade espaço-temporal segundo KREBS (1989).

A fim de comparar a estrutura da comunidade entre as diferentes unidades espaço-temporais, considerando a distribuição não normalizada dos dados de abundância das espécies, foi aplicado o teste de aleatorização proposto por PILLAR & ORLÓCI (1996). Para tanto, cada unidade espaço-temporal foi analisada com base no conjunto de dados de composição e abundância de espécies para cada um dos 30 lances de puçá. O teste de aleatorização avalia a hipótese nula (H_0) de que não existe diferença significativa entre as unidades espaço-temporais. A análise de aleatorização gera uma probabilidade P e H_0 é aceito quando P é maior que alfa. O alfa foi definido como 0.05 e foram feitas 5.000 iterações para testar a hipótese. Não foram aplicadas transformações nos dados de abundância e a similaridade entre as unidades espaço-temporais foi calculada pela medida de dissimilaridade de BRAY & CURTIS (1957). O teste foi aplicado através do programa computacional Multiv (PILLAR, 2000).

Após o teste de aleatorização, foi procedida a análise de correspondência canônica (CCA) (TER BRAAK, 1986). Em função de problemas na coleta dos dados abióticos, foram descartados os dados relativos a amostragem de verão no trecho superior e inferior e de outono no trecho médio. Dessa forma foram utilizadas 9 unidades espaço-temporais e foram consideradas a matriz de composição e abundância das espécies e a matriz de dados padronizados das 29 variáveis abióticas. As variáveis ambientais foram standartizadas com média 0 e desvio padrão +/- 1 para eliminar o efeito das diferentes unidades de medida das variáveis. Na CCA as espécies raras foram consideradas com menor peso. Os eixos foram extraídos de acordo com a regra de Kaiser.

Ao ser realizada a CCA foi observada a existência de multicolinearidade entre as variáveis abióticas. Segundo TER BRAAK (1986), quando é verificada multicolinearidade entre variáveis os efeitos das diferentes variáveis ambientais não podem ser visualizados em separado e, por consequência, os coeficientes canônicos tornam-se instáveis. Porém, segundo o autor, as correlações intraset que são os coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação, não sofrem esse efeito e podem ser utilizadas na interpretação. O autor sugere ainda que podem ser removidas variáveis da análise utilizando uma variável representativa de cada grupo de variáveis correlacionadas tendo-se o cuidado para que os autovalores e as correlações entre espécies-ambiente não diminuam consideravelmente na nova CCA. Para tornar mais clara a interpretação dos eixos de ordenação, optou-se por este procedimento. Dessa forma, foi realizada uma análise de correlação entre as variáveis abióticas utilizando-se o coeficiente de correlação de Spearman. A partir da matriz de correlação foi realizada uma análise de agrupamento utilizando o método hierárquico ascendente de Ward (JONGMAN *et al.*, 1996). Gerado o dendrograma foram testados diferentes níveis de partição até que fossem obtidos conjuntos de variáveis das quais pudessem ser utilizados para cada conjunto uma única variável representativa e que, em uma nova CCA, fossem pouco alterados os autovalores. A análise foi realizada com o auxílio do programa computacional MVSP (KOVACH, 2000).

RESULTADOS

A comunidade

Durante a coleta sistemática de dados da comunidade foram feitas 718 capturas de indivíduos pertencentes a 17 espécies animais sendo 03 pertencentes ao grupo dos Crustacea, 12 aos Osteichthyes e 02 a Amphibia. Destes, 555 animais (77%) foram medidos e devolvidos ao riacho. A coleta de dados qualitativos acrescentou 10 espécies ao estudo sendo 03 Osteichthyes e 07 Amphibia.

Considerando os resultados das coletas sistemáticas e qualitativas de dados bióticos, dentre as espécies de Osteichthyes, 7 (46%) ainda não tem descrição taxonômica definida e 2 (13%), pertencem a espécies citadas na literatura como complexo de espécies e provavelmente tratam-se de um novo taxa. Dessa forma pode-se considerar que 66% das espécies encontradas neste estudo tratam-se de novos taxa. Registrou-se a ocorrência das ordens Perciformes (6.6%), Characiformes (26.6%) e Siluriformes (66.6%). A relação das espécies amostradas e suas abundâncias totais são apresentadas na Tabela 2.

A análise da riqueza de espécies e da diversidade, frente as escalas espacial e temporal, apontou um gradiente com incremento dos valores no sentido superior-inferior independente da estação do ano (Figura 2).

A influência do tempo e do espaço sobre a comunidade

Os resultados do teste de aleatorização são apresentados na Tabela 3. O teste demonstrou existirem diferenças entre a composição da comunidade considerando a escala espacial (trechos amostrais). Dessa forma rejeita-se H_0 e, com uma margem de segurança superior a 95%, é possível afirmar que existem diferenças significativas entre os dados de composição e abundância das espécies comparando-se os trechos amostrais.

O teste de aleatorização revelou não existir diferença significativa na comunidade do trecho superior entre as diferentes estações, demonstrando que, estatisticamente, a sazonalidade não influencia na estrutura dessa comunidade (Tabela 3).

Para o trecho médio a comunidade aquática do riacho no verão diferiu significativamente de todas as outras estações do ano, principalmente devido a baixa abundância registrada para *Aegla rossiana* e girinos de *Hylodes meridionalis*. No entanto, as estações de outono, inverno e primavera não diferiram significativamente entre si (Tabela 3).

No trecho inferior o teste de aleatorização aponta que a estação de inverno diferiu significativamente de todas as outras estações. Porém, com relação às comparações entre as estações de verão, outono e primavera, o teste demonstra não existir diferença significativa entre as estações (Tabela 3). Em ambas as situações, as estações que diferem significativamente das demais no mesmo segmento coincidem, em sua maioria, com aquelas em que foram registradas menores abundâncias de espécies importantes na composição da comunidade do segmento.

As características abióticas

Os resultados obtidos com relação às variáveis abióticas permitiram caracterizar o ambiente estudado como um riacho estreito, raso e de águas límpidas e translúcidas (ANEXO 5). A temperatura variou entre 13°C e 21°C e apontou a existência de um gradiente térmico com menores temperaturas registradas para o segmento superior, e maiores para o segmento inferior, respeitando a influência do gradiente altitudinal (Tabela 4). O alto grau de sombreamento existente no arroio mostrou-se eficiente no tamponamento de mudanças bruscas de temperatura produzidas pela insolação.

A heterogeneidade do riacho estudado é bastante evidente quando se observam os valores dos coeficientes de variação da largura da calha, largura da lâmina d'água, profundidade, velocidade da corrente e da vazão (Tabela 4). A estação de inverno registrou os maiores valores do coeficiente de variação em todas as variáveis analisadas por este coeficiente. O aumento da heterogeneidade das variáveis no inverno deveu-se

principalmente pela menor disponibilidade de água registrada nesta estação e revelada pelos valores médios das variáveis bem como pelo volume e área total dos trechos.

Nota-se também uma tendência de diminuição dos valores do coeficiente de variação no sentido superior – inferior. Essa tendência representa uma maior estabilidade ou maturidade da calha nas porções mais baixas e assim, menor flutuação das medidas das variáveis comparando-se os diferentes segmentos do riacho. Apesar disso é pertinente registrar que a heterogeneidade observada em todo o sistema é bastante elevada quando comparada com riachos de planície.

O substrato do riacho é bastante heterogêneo e formado por rochas basálticas e na porção inferior também por arenito. As categorias de tamanho de substrato adotadas evidenciam a área como uma fonte de seixos para o sistema ritral. Os blocos encontrados no Arroio Carvão mostravam-se pouco arredondados e normalmente com formas bastante anguladas.

Relação entre a comunidade e as variáveis abióticas

A análise de correspondência canônica (CCA) detectou multicolinearidade entre as variáveis abióticas (Tabela 5).

A partir da análise de agrupamento observou-se que com um conjunto de 8 grupos de variáveis os resultados da CCA não apontam mais a existência de multicolinearidade das variáveis e, além disso, são mantidos os autovalores. A Tabela 5 possibilita a comparação entre os autovalores, as percentagens da variância para cada eixo e os valores intraset para o conjunto de 29 e 8 variáveis utilizadas na CCA.

Considerando oito conjuntos de variáveis, têm-se um deles composto por todas as variáveis de macro-escala e os sete restantes compostos por variáveis de meso-escala (Figura 3). Dentre as variáveis de meso-escala nota-se também a existência de um conjunto de variáveis fortemente relacionadas à velocidade da corrente (VELcv, VAZcv e PROFcv) e ao volume d'água (VTT e ATT). Apesar disso, a análise de agrupamento resultou em conjuntos de variáveis cujos dados não necessariamente associam-se por relações de

dependência das variáveis, como no caso da inclusão de pH no grupo de variáveis associadas ao volume de água ou ao fósforo total associado ao conjunto de variáveis relacionadas à velocidade da corrente.

O gráfico gerado pela CCA pode ser observado na Figura 4. O conjunto de variáveis de macro-escala representadas pela altura das barreiras (Figuras 3 e 4) estão associadas ao eixo 1 e separam o trecho e a comunidade do segmento superior dos outros segmentos. O eixo 2 é responsável pela separação entre os trechos médio e inferior. Nota-se novamente no eixo 2 a influência do número de barreiras (variável de macro-escala) separando os trechos e as comunidades, porém a influência das variáveis de meso-escala estruturais como o volume total, a área total, a profundidade e a vazão são aquelas que mais influenciam em sua caracterização (Tabela 5).

DISCUSSÃO

A comunidade aquática

Os resultados obtidos para a riqueza de espécies e a diversidade de Shannon-Wiener no Arroio Carvão seguiram um padrão amplamente referido na literatura quanto ao gradiente altitudinal (e.g. WARD, 1992; MISERENDINO, 2001), tendo sido observado um aumento progressivo no sentido da maior altitude para a menor.

Considerando o trecho superior, verifica-se a presença de uma comunidade pobre em espécies e composta por *Parastacus brasiliensis* (lagostim) e *Hyla marginata* (anfíbio). Além das duas espécies sistematicamente coletadas neste trecho, durante as campanhas de inverno e primavera foi registrada através de vocalizações a presença de indivíduos adultos de *Hylodes meridionalis*. Apesar disso, não foram encontrados girinos da espécie naquele segmento. Talvez os adultos possam colonizar o segmento, mas não consigam reproduzir-se ali ou a abundância da espécie seja tão baixa que não permitiu o seu registro através de coleta.

Hyla marginata (ANEXO 6) esteve sempre presente nas amostras do trecho superior, independente da estação do ano, apesar da baixa abundância dos girinos. Na primavera foram encontradas 6 desovas da espécie no trecho amostral com uma média de uma desova a cada 10 metros. Apesar de não registrada nas amostras quantitativas dos outros trechos, girinos e desovas da espécie também foram encontrados no segmento médio e no segmento inferior sendo esta a única espécie que pode-se considerar característica de todo o riacho de 1ª ordem. Como descrito para a espécie (GARCIA *et al.*, 2001), os girinos foram observados ocupando a calha do arroio, preferindo áreas marginais com pouca profundidade e baixa velocidade de corrente. As desovas, caracteristicamente envoltas por uma massa gelatinosa e translúcida, também foram encontradas nesses ambientes, porém sempre presas a ramos da vegetação marginal. Os sítios de desova também apresentavam, caracteristicamente, ramos de vegetação pendendo sobre o riacho o que pode servir de apoio para os adultos vocalizarem e realizarem o ritual de corte.

Parastacus brasiliensis (ANEXO 7) foi exclusivamente registrado para o segmento superior. A baixa densidade destes indivíduos deve-se ao método de coleta empregado já que estas foram sempre realizadas durante o dia, o que não se adequa ao comportamento notívago da espécie. Além disso, trabalhos que realizam o levantamento da abundância da espécie utilizam-se de armadilhas contendo iscas como atração aos indivíduos ou da contagem das chaminés construídas pelos animais na extremidade de suas tocas (FONTOURA & BUCKUP, 1989). Dessa forma acredita-se que os dados obtidos subestimam a abundância da espécie, considerando-se ainda que a maioria dos indivíduos coletados possuíam características de animais jovens.

No segmento médio registrou-se a ocorrência de quatro espécies: *Aegla rossiana* e *Tricodactylus fluviatilis* (Crustacea), *Hylodes meridionalis* (Amphibia) e *Hemipsilichthys* sp (Osteichthyes).

Hylodes meridionalis (ANEXO 8) foi a espécie de anfíbio mais abundantemente coletada em todo o Arroio Carvão. Os dados obtidos sugerem que a espécie ocupa preferencialmente o segmento médio do riacho. Apesar do pequeno número de adultos coletados, no segmento médio, para todas as estações do ano foi possível o registro dos animais através de vocalização ou visualização. Os girinos, no entanto, representaram o estágio melhor amostrado devido ao seu comportamento de natação ativa no riacho, chegando normalmente a avançar contra a corrente em trechos de maior velocidade da água. Em nenhuma das campanhas de amostragem foram encontradas desovas da espécie e tampouco os imagos. Pouco é conhecido sobre a atividade reprodutiva e o processo de metamorfose da espécie, no entanto, informações sobre o comportamento reprodutivo de outras espécies do gênero demonstram que os adultos desovam em ninhos submersos, escavados junto ao fundo e abrigado por seixos o que pode ocorrer com *H. meridionalis* (HADDAD & GIARETTA, 1999; PAVAN *et al.*, 2001). No segmento inferior foi feito o registro de um indivíduo da espécie (girino) em uma poça marginal. Esse indivíduo pode ter sido arrastado pela enxurrada e assim chegado a esse ambiente. O fato de nunca ter sido registrada a ocorrência de adultos no local reforça essa idéia. Além disso, considera-se que os girinos dessa espécie sejam impossibilitados de estabelecerem-se no segmento inferior

devido a abundância de espécies de peixes e a possível pressão por predação e competição, assim como tem sido registrado para outros sistemas (HOPEY & PETRANKA, 1994).

Hemipsilichthys sp foi a única espécie de peixe registrada para o segmento médio. Trata-se de um animal de pequeno tamanho corporal, característica comum aos peixes do sistema costeiro atlântico (CASTRO, 1999). Sua ocorrência restrita a este segmento demonstra que esta espécie é capaz de habitar esse ambiente tendo que, para isso, superar ao menos uma cachoeira de 10 metros e resistir aos eventos de enxurrada.

Aegla rossiana e *Trichodactylus fluviatilis* foram registradas em ambos os segmentos médio e inferior, porém suas abundâncias diferiram em cada trecho. Com base nesses registros e observações de campo pode-se afirmar que as duas espécies transitam entre o segmento inferior e médio, não observando, dessa forma, as duas cachoeiras com média de 10 metros de queda entre os dois trechos como barreiras geográficas.

Dentre a megafauna *Aegla rossiana* foi a espécie predominante no trecho médio, onde atingiu os maiores valores de abundância. *Trichodactylus fluviatilis* teve uma abundância menor que *A. rossiana* em ambos os trechos. Acredita-se, porém, que a espécie é capaz de mover-se no riacho fora da área da lâmina superficial da água e ocupar os espaços existentes entre os matacões e cascalhos na calha do arroio.

O trecho inferior foi aquele que apresentou a maior riqueza de espécies (S = 24) sendo os peixes o grupo mais representativo. Apesar do registro de 14 espécies de peixes para o trecho inferior, acredita-se que muitas destas ocupam esporadicamente um ambiente de 1ª ordem como o que avaliamos, não mantendo dessa forma populações residentes no arroio (BECKER, 2002). Como espécies residentes, ou seja, aquelas que possuem populações estabelecidas no riacho de 1ª ordem podem ser apontadas seguramente *Hemipsilichthys nudulus* e *Hemipsilichthys hypselurus*. Além destas, como uma espécie residente no riacho foi registrada ainda *Hemipsilichthys* sp habitando o segmento médio (ANEXO 9).

Rhamdia sp, mesmo não sendo coletada pelo método do puçá, foi registrada em todas as estações através de observações ou em coleta qualitativa de dados. Os outros

Pimelodidae, *Heptapterus mustelinus*, *H. sympteringium*, *Heptapterus* sp. podem ser citadas como espécies em que os indivíduos são bastante territorialistas mas cujas populações ocupam uma ampla região ocorrendo tanto em riachos de 1ª ordem quanto ambientes de 2ª e 3ª ordens (Dubock com. pessoal).

Apesar de não ocuparem permanentemente o riacho em todas as estações do ano, considera-se importante o sistema estudado para *Astyanax scabripinnis* e *Astyanax* sp já que estas espécies foram coletadas à jusante da cachoeira que limita o segmento inferior, inclusive com indivíduos sexualmente maduros para ambas as espécies na estação de primavera. Os peixes provavelmente são atraídos pelas elevadas correntes oriundas de riachos de 1ª ordem (causadas principalmente em eventos de chuvas torrenciais) e migram em direção a estes ambientes realizando sua desova nos poços de cascatas encontrados nesses riachos. Dessa forma, estes ambientes se caracterizam como sítios importantes para a manutenção do ciclo reprodutivo e conservação das populações dessas espécies na Bacia Hidrográfica do Rio Maquiné.

As outras espécies registradas (*Epactionotus bilineatus*, *Rineloricaria aequaliscuspis*, *Ancistrus* sp e *Characidium pterostictum*) apresentaram baixa abundância porém, trabalhos realizados em outros riachos da Bacia do Rio Maquiné não permitem classificá-las como raras (BECKER, 2002). Dessa forma, a ocorrência destas espécies nos ambientes de 1ª ordem dá-se de forma exploratória e esporádica pelos indivíduos dessas espécies e em especial por indivíduos jovens.

A presença de uma poça temporariamente conectada ao ambiente lótico resultou em um importante sítio para a reprodução e desenvolvimento dos anuros no segmento inferior. Este elemento constituiu-se em um sítio novo, física e limnologicamente diferente do sistema lótico e responsável por um grande acréscimo na composição de espécies, em especial de anfíbios, no segmento pois nele foram registradas a ocorrência de 8 (88%) espécies de anuros encontradas neste estudo.

O sistema lótico de 1ª ordem e os padrões observados para a ictiofauna sulamericana

Dentre as espécies de peixes coletadas no Arroio Carvão, 93% pertencem às famílias Characiformes e Siluriformes. Todas as espécies encontradas neste estudo são de pequeno porte, tendo comprimento total variando entre 34 mm (*Epactionotus bilineatus*) e 160 mm (*Rineloricaria aequalicuspis*).

CASTRO (1999) tomando como exemplo 4 riachos do Brasil, sendo dois deles pertencentes ao sistema costeiro atlântico, discute os padrões encontrados na fauna de peixes de riachos sul-americanos e aponta a dominância de espécies de pequeno porte (80 – 100%), a presença de características morfológicas redutivas e aparentemente pedomórficas, o alto grau de endemismos e a dominância de indivíduos das ordens Characiformes e Siluriformes (60 – 85%) como um padrão comum a estes ambientes.

As espécies *H. nudulus*, *E. bilineatus* e *R. aequalicuspis* são descritas como endêmicas de um pequeno sistema de bacias hidrográficas. MALABARBA & ISAIA (1992) apontam a área que compreende as Bacias Hidrográficas dos rios Maquiné, ao sul, Três Forquilhas e Mampituba, ao norte, como bacias com padrões compartilhados de endemismos e sugerem a possibilidade de terem existido ligações entre estas, hoje isoladas. REIS & SCHAEFER (1998) acrescentam a esse conjunto de bacias a bacia hidrográfica do rio Araranguá, no estado de Santa Catarina. Além das espécies anteriormente citadas, 5 outras ainda não descritas se enquadram nesse padrão de endemismo.

Os padrões morfológicos da fauna

Na comunidade encontrada, principalmente dos segmentos médio e inferior do Arroio Carvão, destaca-se na morfologia das espécies as adaptações ao ambiente ritral, sujeito a grandes eventos de rápida inundação, caracterizadas pelo corpo fusiforme e achatado dorso-ventralmente (Loricariidae), que apresenta uma melhor adequação hidrodinâmica, ou enguiliforme (Pimelodidae) que permite ao indivíduo serpentear junto ao sedimento e ocupar os espaços existentes entre os seixos. Em ambas as situações o animal fica intimamente conectado ao substrato onde a pressão exercida pela corrente é menor (ANEXO 10).

ZUANON (1999) discute as especializações morfológicas e comportamentais encontradas em peixes de corredeiras do rio Xingu, na Amazônia, e observa naquela fauna o achatamento dorso-ventral do corpo, nadadeiras pares posicionadas horizontalmente, um espessamento dos raios anteriores das nadadeiras pélvicas e anal e a boca em posição sub-terminal a inferior. Na fauna do Arroio carvão, essas características são comuns a todos os Siluriformes e notam-se também algumas destas adaptações em *Characidium pterostictum* (Crenuchidae).

Os girinos geralmente se enquadram nesses padrões morfológicos, no entanto, à exceção de *Hylodes meridionalis*, são regularmente pouco ágeis e muito sucetíveis à predação por peixes. Dessa forma, são deslocados e ocupam regiões marginais e mais rasas do riacho ou poças marginais. Esses ambientes marginais são esporadicamente conectados ao riacho e sujeitos a uma grande variação de suas características limnológicas, sendo normalmente bastante eutrofizados pela serapilheira oriunda da vegetação marginal, com pouco ou nenhum fluxo de água, pobre em oxigênio e com pH levemente ácido. Estas configurações ambientais tornam inviável a colonização à grande maioria das espécies de peixes adaptadas ao ambiente ritral garantindo refúgio seguro aos anfíbios.

A relação entre as variáveis ambientais e a comunidade

Os resultados da análise de correspondência canônica (CCA) apontaram a existência de uma relação de hierarquia entre as variáveis que consideramos de macro e meso-escala. As características que podem ser consideradas de macro-escala como declividade, altitude do trecho de coleta, número e altura das barreiras geográficas geraram os maiores vetores da análise, distanciando-se de todas as outras variáveis. Os resultados obtidos no Arroio Carvão e aqueles relacionados na literatura mostram que a influência dessas barreiras é dependente de um conjunto de variáveis que envolvem desde aspectos estruturais da cachoeira (altura e inclinação), históricos e biogeográficos da Bacia Hidrográfica até a plasticidade ecomorfológica das espécies que habitam estas bacias. Outros trabalhos enfocando cachoeiras como barreiras geográficas também apontaram-nas

como importantes na estruturação de comunidades encontradas em rios e riachos da Costa Rica (RAMÍREZ & PRINGLE, 2001), nos USA (MARET *et al.*, 1997), na África (BALON, 1974) e no Brasil (BARRELA & PETRERE, 1994).

Neste estudo registra-se a ineficiência das quedas d'água com 10 metros de altura como barreiras efetivas para *A. rossiana*, *T. fluviatilis* e *Hemipsilichthys* sp. Além disso, apesar da existência de um conjunto de quedas com um total de aproximadamente 120 metros, *Hyla marginata* foi encontrada em todos os segmentos do riacho. Cabe destacar que para esta e outras espécies de anfíbios, nota-se a grande vantagem de um ciclo vital que inclui uma fase aquática e outra terrestre. Possivelmente deve ser através do deslocamento dos adultos, pela da calha do riacho ou utilizando-se da vegetação ciliar, que *Hyla marginata* consiga colonizar e manter-se em todos os segmentos do riacho.

BUCKUP *et al.* (2000) registram que a espécie *Characidium* cf. *timbuiense* (Characiformes) é capaz de superar uma queda de 15 metros em um riacho da Mata Atlântica. Os autores relacionam o sucesso da espécie em superar tal barreira às adaptações morfológicas como o corpo alongado, modificações nas nadadeiras pares e na superfície ventral do corpo. Além dessa espécie, em sua discussão, os autores relacionam terem sido reportados para espécies de peixes das Famílias Gobiidae, Trychomictoridae, Astroblepidae, Rivulidae e Homalopteridae a mesma habilidade em escalar cachoeiras. No Arroio Carvão foi registrada a presença de *Characidium pterostictum*, espécie pertencente ao mesmo gênero daquela observada por BUCKUP (*op. cit.*) porém, os resultados obtidos nesse estudo demonstram que *C. pterostictum* é incapaz de superar uma queda com aproximadamente 10 metros de altura.

Pouco é discutido sobre a capacidade dos crustáceos em superar tais barreiras. SWIECH-AYOUB & MASUNARI (2001) trabalhando com *Aegla castro* citam que a presença de uma cachoeira com mais de 13 metros de altura constitui-se numa barreira para a migração desta população rio acima. No Arroio Carvão *A. rossiana* e *T. fluviatilis* mostraram-se capazes de superar quedas com aproximadamente 10 metros de altura e, assim, colonizar uma grande área do rio livre de 13 das 14 espécies de peixes encontradas para o Arroio Carvão (ANEXO 11).

Os resultados obtidos para as variáveis abióticas permitem separar os trechos inferior e médio por suas características físicas e estruturais. No entanto, observa-se que a habilidade das espécies em colonizar ambientes acima de quedas d'água tem como resultado a alteração da comunidade que habita a área acima da barreira. Dessa forma variáveis abióticas passam a ser fatores secundários na estruturação da comunidade nesses ambientes, sendo sobrepujados pelas adaptações morfológicas ou pela maleabilidade adaptativa das espécies em superar tais obstáculos.

De acordo com o conceito de rio contínuo (CRC) (VANNOTE *et al.*, 1980), os ambientes rítrais de 1ª ordem em sistemas florestais normalmente exportam nutrientes para o resto do sistema e portanto não tem na limitação de recursos alimentares um fator capaz de excluir organismos desse ambiente. Por estas características pode-se supor que existem nesses ambientes uma ampla gama de nichos a serem ocupados e dessa forma, acredita-se que a maior limitação para as espécies estabelecerem-se neste ecossistema deva estar relacionada a sua adaptabilidade ecomorfológica aos limites físicos impostos por estes riachos e não propriamente às condições limnológicas ou estruturais dos diferentes segmentos limitados por cachoeiras.

Dentre as variáveis de meso-escala as características estruturais influenciaram mais na distribuição e estruturação da comunidade do que características limnológicas. Este resultado é corroborado por outros autores que afirmam que os fatores abióticos que mais influenciam os padrões de estrutura, distribuição e abundância dos organismos bentônicos em riachos incluem substrato, temperatura e em especial a velocidade da corrente, (WARD, 1992; BAYLEY & LI, 1994; ALLAN, 1995; GORDON *et al.*, 1995; GORE, 1996).

Os resultados obtidos demonstraram que os procedimentos amostrais adotados para a execução das análises estatísticas foram corretos e possibilitaram a obtenção de um bom conjunto de variáveis bióticas e abióticas que permitiu a comparação entre as unidades espaço-temporais. No entanto estes procedimentos não foram adequados para o completo levantamento da composição de espécies de cada segmento, em parte pela rigidez dos procedimentos amostrais adotados mas também em função de fatores ecológicos e comportamentais relacionados às espécies que ocorrem no sistema. Isso torna-se evidente

principalmente se forem consideradas as espécies de anfíbios que ocuparam ambientes temporários, mas fica pouco caracterizado com relação aos peixes e crustáceos.

CONCLUSÕES

Não obstante à pequena dimensão longitudinal do riacho estudado, registra-se qualitativamente uma grande riqueza de espécies, sendo 15 Osteichthes, 3 Crustacea e 9 Anfibia, num total de 27 espécies.

A fauna de peixes encontrada no Arroio Carvão é composta principalmente por espécies das ordens Characiformes e Siluriformes, com pequeno tamanho corporal e elevado grau de endemismos, enquadrando-se no padrão observado para os peixes da América do Sul.

As adaptações morfológicas, como achatamento dorso-ventral e forma de gota, encontradas em um expressivo número das espécies registradas nesse trabalho associam-se à pressão adaptativa empregada pela corrente e pela heterogeneidade ambiental resultante da variância da profundidade e da complexidade do substrato.

A influência de cachoeiras como barreiras geográficas mostrou-se desigual para diversos elementos da fauna apontando a importância de fatores históricos, geomorfológicos e principalmente a maleabilidade ecomorfológica das espécies como fatores importantes na estruturação da comunidade de riachos de montanha.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Profs. Georgina B. Buckup, Ludwig Buckup e Giovani Vinciprova do Dpto. Zoologia da UFRGS e aos pesquisadores Edson H. L. Pereira, Vinícius Bertaco e Roberto E. Reis do MCPUCRS pela identificação taxonômica das espécies. Aos professores Nelsy Fenerich Verani, Alaíde Fonseca Aparecida Gessner, Orlando Moreira Silva e José Roberto Verani do PPGERN/UFSCar pelas importantes contribuições e sugestões. A realização desse trabalho deveu-se a importante ajuda prestada por um grande número de voluntários estudantes do curso de Ciências Biológicas da UFRGS que participaram das campanhas de amostragem. À Mariana A. Faria Corrêa e Gilberto Rodrigues pela leitura crítica do manuscrito. Ao CNPq pela bolsa de mestrado, a PROPESQ/UFRGS pelo suporte de parte dos custos do projeto e ao Programa Man and Biosphere MaB/UNESCO pelo prêmio concedido a este projeto.

REFERÊNCIAS

- Allan, J. D., 1995. Stream Ecology. Chapman and Hall, London, 388 pp.
- Angermeier, P. L. & I. J. Schlosser, 1989. Species – area relationships for stream fishes. Ecology 70(5): 1450 – 1462.
- Bain M.B. & N.J. Stevenson, 1999. Aquatic habitat assessment: common methods. American Fisheries Society, Bethesda, 136 pp.
- Balon, E. K, 1974. Fishes from the Edge of Victoria Falls, Africa: Demise of a Physical Barrier from Downstream Invasions. Copeia: 3: 643 – 660.
- Baptista, D. F., D. F. Buss, L. F. M. Dorvillé & J. L. Nessimian, 1998. O conceito de continuidade de rios é válido para rios de Mata Atlântica no sudeste do Brasil ? In Nessimian, J. L. & A. L. Carvalho. Ecologia de Insetos Aquáticos, Série Oecologia Brasiliensis Vol. V. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 260 pp.
- Bayley, P. B. & H. W. Li., 1994. Riverine fishes. In Calow, P. & G. E. Petts, The Rivers Handbook Hydrological and Ecological Principles Vol I. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 526 pp.
- Barmuta, L. A. & P. S. Lake, 1982. On the value of the river continuum concept. New Zeland Journal of Marine and Freshwater Research 16: 227 – 231.
- Barrela, W. & M.Petrere Jr., 1994. The influence of environmental factors on fish community structure in the Jacaré Pepira River, Brazil. In Cowx, I. G., Rehabilitation of Freshwater Fisheries. Fishing News Books, Oxford, 486 pp.
- Becker, F. G., 2002. Avaliação da ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Maquiné e a influência da ação antrópica na paisagem das microbacias e o reflexo sobre a assembléia de peixes. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Begon, M; J. L. Harper & C. R. Townsend, 1997. Ecology. Individuals, Populations and Communities. Blackwell Science, Oxford, 1068 pp.
- Bisson, P. A. & D. R. Montgomery, 1996. Valley Segments, Stream Reaches, and Channel Units. In Hauer, F. R. & G. A. Lamberti, Methods in Stream Ecology. Academic Press, San Diego, 674 pp.

- Bray, J. R. & J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325 – 349.
- Buckup, P. A., C. Zamprogno, F. Vieira, & R. L. Teixeira, 2000. Waterfall climbing in *Characidium* (Crenuchidae: Characidiinae) from eastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 11(3): 273 – 278.
- Castro, R. M. C., 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In Charamaschi, E.P., R. Mazzoni, & P.R. Peres-Neto., *Ecologia de Peixes de Riachos, Série Oecologia Brasiliensis Vol. IV*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 260 pp.
- Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas – MG, 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campo Sulinos. MMA/SBF, Brasília, 40 pp.
- Eaton A. D., Clesceri, L. S., A. E. Greenberg, 1995. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (19^a ed.). American Public Health Association (APHA), Washington, 1325 pp.
- Fernández, H. R. & E. Domínguez, 2001. Guia para la determinación de los artrópodos bentônicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, 283 pp.
- Fontoura, N. F. & L. Buckup, 1989. O crescimento de *Parastacus brasiliensis* (VON MARTENS, 1869) (CRUSTACEA, DECAPODA, PARASTACIDAE). *Revta. Brasil. Biol.* 49(4): 897 – 909.
- Garcia, P. C. A., G. Vinciprova & C. F. B. Haddad, 2001. Vocalização, girino, distribuição geográfica e novos comentários sobre *Hyla marginata* BOULENGER, 1887 (ANURA, HYLIDAE, HYLINAE). *Boletim do Museu Nacional Sér. Zoologia* 460: 19pp.
- Gore, J. A., 1996. Discharge Measurements and Streamflow Analysis. In Hauer, F. R. & G. A. Lamberti, *Methods in Stream Ecology*. Academic Press, San Diego, 674 pp.
- Gordon, N. D., T. A. McMahon & B. L. Finlayson, 1995. *Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists*. John Willey & Sons, Chichester, 526 pp.

- Haddad, C.F.B. & A. A. Giaretta, 1999. Visual and acoustic communication in the Brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (ANURA: LEPTODACTYLIDAE). *Herpetologica* 55(3): 324 – 333.
- Hannah, L., D. Lohse, C. Hutchinson, J. L. Carr & A. Lankerani, 1994. A preliminary inventory of the human disturbance of world ecosystems. *Ambio* 23(4-5): 246 – 250.
- Haro, J. G., M. D. Bistoni & M. Gutierrez, 1991. Ichthyofauna of the Rio Cuarto (Chocancharagua), Córdoba, Argentina. *Boletim de la Academia Nacional de Ciências* 59: 249 – 258.
- Hauer, F. R. & G. A. Lamberti, 1996. Benthic Macroinvertebrates. In Hauer, F. R. & G. A. Lamberti, *Methods in Stream Ecology*. Academic Press, San Diego, 674 pp.
- Heyer, W. R., A. S. Rand, C. A. G. Cruz, O. L. Peixoto & C. E. Nelson, 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia* 31(4): 231 – 410.
- Hopey, M. E. & J. W. Petranka, 1994. Restriction of wood frogs to fish-free habitats: how important is adult choice? *Copeia* 4: 1023 – 1025.
- Hughes, R. M., P. R. Kaufmann, A. T. Herlihy, T. M. Kincaid, L. Reynolds & D. P. Larsen, 1998. A process for developing and evaluating indices of fish assemblage integrity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1618 – 1631.
- Hughes, R. M. & T. Oberdorff, 1999. Applications of IBI Concepts and Metrics to Waters Outside the United States and Canada. In Simon, T. P. *Assessing the Sustainability and Biological Integrity of Waters Resources Using Fish Communities*, Book News, Inc., Portland, 610 pp.
- Jongman, R. H. G., C. J. F. ter Braak & O. F. R. van Tongeren, 1996. *Data Analysis in Community Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 299 pp.
- Karr, J. R., 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6(6): 21 – 27.
- Kovach, W. L., 2000. MVSP version 3.1. Kovach Computing Services, Anglesey.
- Krebs, C. J., 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York, 654 pp.

- Malabarba, L. R. & E. ^a Isaia, 1992. The fresh water fish fauna of the Rio Tramandaí drainage, Rio Grande do Sul, Brazil, with discussion of its historical origin. *Comum. Mus. Ciênc. PUCRS, sér. Zool* 5(12): 197 – 223.
- Maret, T. R., C. T. Robinson & G. W. Minshall, 1997. Fish assemblages and environmental correlates in least-disturbed streams of the Upper Snake River Basin: *Transactions of the American Fisheries Society* 126(2): 200 - 216.
- Martin-Smith, K. M., 1998. Relationships between fishes habitat in rainforest streams in Sabah, Malaysia. *Journal of Fish Biology* 52: 458 – 482.
- Mazzoni, R. & J. Lobón-Cerviá, 2000. Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do Mar, southeast Brazil. *Ecography* 23: 588 – 602.
- Miserendino, M. L., 2001. Macroinvertebrate assemblages in Andean Patagonian rivers and streams: environmental relationships. *Hydrobiologia* 444: 147 – 158.
- Mittermeier, R. A., J. M. Ayres, T. Werner & G. A. B. Fonseca, 1992. O país da megadiversidade. *Ciência Hoje* 14(81): 20 – 27.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca & J. Kent, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 408: 853 – 858.
- Pavan, D., P. Narvaes & M. T. Rodrigues, 2001. A new species of leptodactylid frog from the Atlantic Forests of Southeastern Brazil with notes on the status and on the speciation of the *Hylodes* groups. *Papéis Avulsos Zool.* 41(23): 407 – 425.
- Pillar, V. D., 2000. MULTIV versão 2.0.3: aplicativo para análise multivariada e testes de hipóteses. Depto. de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.
- Pillar, V. D. & L. Orlóci, 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585 – 592.
- Ramírez, A. & C. M. Pringle, 2001. Spatial and temporal patterns of invertebrate drift in streams draining a Neotropical landscape. *Freshwater Biology* 46: 47 – 62.

- Reis, R. E. & S. A. Schaefer, 1998. New Cascudinhos from Southern Brazil: Systematics, Endemism, and Relationships (Siluriformes, Loricariidae, Hypoptomatinae). *American Museum Novitates* 3254: 25 pp.
- Rosenberg, D.M. & V.H. Resh, 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York, 488pp.
- Sabino, J. & R. C. M. Castro, 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta atlântica (Sudeste do Brasil). *Ver. Brasil. Biol.*, 50(1): 23 – 36.
- Sabino, J. & J. Zuanon, 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behaviour. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 8(3): 201 – 210.
- Sthraler, A. N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Bull. Geol. Soc. Am.* 63: 1117 – 1142.
- Sutherland, W. J., 1996. *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Cambridge University Press, Cambridge, 336 pp.
- Swiech-Ayoub, B. P. & S. Masunari, 2001. Flutuações temporal e espacial de abundância e composição de tamanho de *Aegla castro* (Crustacea, Anomura, Aeglidae) no Buraco do Padre, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Revta. Bras. Zool.* 18 (3): 1003 – 1017.
- ter Braak, C. J. F., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5): 1167 – 1179.
- Uieda, V. S. & W. Uieda, 2001. Species composition and spatial distribution of a stream fish assemblage in the east coast of Brazil: comparison of two field study methodologies. *Brazilian Journal of Biology* 61(3): 377 – 388.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell & C. E. Cushing, 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130 – 137.
- Vari, R. P. & L. R. Malabarba, 1998. Neotropical ictiology: An Overview. In Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. Lucena & C. A. S. Lucena, *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. EDIPUCRS, Porto Alegre, 603 pp.
- Ward, J. V., 1989. The four dimensional nature of lotic ecosystems. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 8(1): 2 – 8.

Ward, J. V., 1992. A mountain River. In Calow, P. & G. E. Petts, The Rivers Handbook Hydrological and Ecological Principles Vol I. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 526 pp.

Winterbourn, M. J, 1982. The river continuum concept – Reply to Barmuta and Lake. New Zeland Journal of Marine and Freshwater Research 16: 227 – 231.

Zuanon, J. A. S., 1999. História Natural da Ictiofauna de corredeiras do Rio Xingu, na Região de Altamira, Pará. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 214 fls.

CAPÍTULO II

REGISTRO DE FORESE COMO ESTRATÉGIA ADAPTATIVA DA COMUNIDADE BENTONICA AO LONGO DE UM RIACHO DE 1^A. ORDEM NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL

Fábio S. Vilella¹, Gilberto G. Rodrigues¹, Geraldo Barbieri² & Sandra Maria Hartz¹

¹ Laboratório de Ecologia de Vertebrados, Depto. Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caixa Postal: 15007, Cep: 91.501-970, Porto Alegre, RS - Brasil

² Instituto de Pesca de São Paulo.

Palavras-chave: comunidade, interações interespecíficas, forese, riacho, Mata Atlântica.

RESUMO

1. Interações entre espécies animais em ambiente lóticos são ainda pouco investigadas e destacam-se nos estudos existentes a grande ênfase dada aos efeitos da predação e da competição na estruturação das comunidades nestes ambientes. Neste estudo faz-se um inventário das relações de forese existentes entre diferentes grupos taxonômicos e registra-se a frequência de ocorrência de associações desta natureza em relação ao gradiente altitudinal existente em um riacho de 1^a ordem no sul da Floresta Pluvial Atlântica, Brasil.
2. Foram registradas 3 interações de forese no trecho superior, 5 no trecho médio e 7 no trecho inferior do Arroio Carvão. Este padrão segue o mesmo observado para a riqueza de espécies da megafauna do riacho. As interações de forese encontradas no riacho envolvem 6 espécies epibiontes {gêneros *Temnocephala* (Turbellaria, Temnocephalidae), *Stratiodrillus* (Polychaeta, Histrobdellidae), *Nanocladius* e *Ichtiocladius* (Diptera, Chironomidae)} e 8 espécies hospedadoras {gêneros *Hemipsilichtys* e *Ancistrus* (Siluriformes, Loricariidae), Perlidae (Plecoptera),

Parastacus (Decapoda, Parastacidae), Aegla (Decapoda, Aeglidae) e Trichodactylus (Decapoda, Trichodactylidae)}.

3. Discutem-se os fatores que influenciam a interação forética entre espécies e seu significado tanto para hospedadores quanto para os epibiontes frente aos resultados obtidos e a literatura disponível.

INTRODUÇÃO

Estudos de comunidades têm focado principalmente as relações entre as espécies e o ambiente e as interações existentes entre os organismos como fatores responsáveis pela sua estruturação. Entre esses dois enfoques a pesquisa relacionada à avaliação da influência de fatores ambientais na estruturação de comunidades de riachos está comparativamente mais avançada e padrões globais têm sido verificados como a influência da corrente, da profundidade, a complexidade do substrato e a declividade (STANZER & HIGLER, 1986; STANZER *et al.*, 1988; ALLAN, 1995; VILELLA, 2002) sobre os organismos destas comunidades.

As interações entre espécies têm sido classicamente representadas pela simbologia (+), (-) e (0) para demonstrar os efeitos decorrentes da relação sobre cada espécie (BULKHOLDER, 1952; ODUM, 1988). Sob esta ótica observa-se que através dos símbolos são abordados os efeitos das interações como fatores importantes na conceituação dos termos utilizados e não os mecanismos. ARTHUR & MITCHELL (1989) propõem uma categorização dos tipos de interações entre espécies sendo: mutualismo (+/+), comensalismo (+/0), contramensalismo (+/-), amensalismo (-/0) e competição (-/-). O termo contramensalismo (ARTHUR, 1986; ARTHUR & MITCHELL, 1989) substitui predação pois, segundo os autores, este último refere-se mais diretamente a um mecanismo do que a um efeito da interação entre espécies.

Quanto à influência de interações entre espécies como fatores de estruturação de comunidades aquáticas, muita atenção tem sido dada à predação (contramensalismo) e à competição (PECKARSKY, 1984; POWER *et al.*, 1988; FEMINELLA & HAWKINS, 1995) principalmente enfocando aspectos funcionais e tróficos dos organismos. No entanto, de acordo com BEGON *et al.* (1997) a maior parte da biomassa do planeta é composta por mutualistas, onde o efeito da interação das espécies envolvidas é positivo, ao contrário de contramensalismo e competição. Para BEGON *et al.* op. cit. o mutualismo pode ser normalmente reconhecido quando uma espécie confere a outra maiores taxas de natalidade, e/ou menores taxas de mortalidade ou aumento da capacidade de suporte.

Baseado na afirmação de BEGON *et al.* (1997), maior atenção deve ser depositada nas conexões existentes entre os organismos além daquelas resultantes da competição e da predação, buscando-se assim uma compreensão mais ampla dos fatores de regulação das comunidades.

Relações de forese entre organismos em ambientes terrestres e aquáticos têm sido reportadas em diversas regiões do planeta. As relações foréticas entre organismos em ambientes terrestres são melhor investigadas e envolvem especialmente a relação de ácaros a diferentes hospedadores (COLWELL, 1986; HOUCK, 1999). Relações de forese entre organismos de águas continentais têm sido reportadas desde a primeira metade do século XIX (MILNE EDWARDS & AUDOUIN, 1839 em AMATO, 2001), no entanto, além da descrição da interação em si, poucos autores têm explorado sua importância para a comunidade e seu significado para o ecossistema.

Visando uma padronização da nomenclatura a ser utilizada neste estudo e em estudos posteriores foram definidos como: I) Forese (G. phoresis) a relação entre dois seres vivos em que um se faz transportar deliberadamente por outro, do qual não é parasito, e que se caracteriza como um elemento essencial do ciclo de vida do epibionte (adaptado de Steffan, 1967a); II) Epibionte (G. epi + bios + ontos) aquele organismo que é transportado; III) Hospedador (L. hospes) aquele sobre o qual outro passa parte ou toda a existência.

Neste trabalho é enfocada a forese como um mecanismo de interação entre espécies de uma comunidade de riacho da porção sul da Mata Atlântica do Brasil. Além disso, com base no material analisado e na literatura são discutidos seus aspectos evolutivos, morfológicos, ecológicos e comportamentais e sua influência na estruturação da comunidade.

MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Maquiné localiza-se no litoral nordeste do Rio Grande do Sul, na porção sul da Floresta Pluvial Atlântica do Brasil. A Mata Atlântica é considerada Patrimônio Nacional pela Constituição Federal (1988) e em 1992, porções contínuas da floresta foram declaradas Reserva da Biosfera pelo programa MaB/UNESCO. No cenário da Mata Atlântica a bacia hidrográfica do rio Maquiné é destacada como uma área prioritária para a conservação de peixes no Brasil devido à grande riqueza de espécies e a presença de endemismos importantes (Conservation International *et al.*, 2000).

Este estudo concentrou-se em um riacho de 1ª ordem (*sensu* STRAHLER, 1952), denominado localmente por Arroio Carvão (-50.23° / -29.54°). Trata-se de um riacho com aproximadamente 3,5 km de extensão longitudinal e a sua micro-bacia possui uma área de aproximadamente 6 Km² (Figura 1).

De maneira geral o riacho pode ser caracterizado como oligotrófico, pouco profundo (\bar{x} = 16.0 cm), com águas transparentes (\bar{x} = 9.0 NTU) e límpidas, com substrato rochoso formado principalmente por blocos de basalto e em menor quantidade por arenito. As águas são caracteristicamente bastantes saturadas de oxigênio (\bar{x} = 8.93 mg/L), apresentam baixa condutividade (\bar{x} = 36.0 μ S/cm) e pH neutro (\bar{x} = 6.6).

As nascentes do riacho estão localizadas a aproximadamente 800 metros acima do nível do mar (a.n.m.), no interior da Reserva Biológica da Serra Geral, uma unidade de conservação considerada núcleo regional de diversidade da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Sob a forte influência do gradiente altitudinal, o riacho deságua no Arroio Forqueta, um dos principais formadores do rio Maquiné, a aproximadamente 100 metros a.n.m.

Amostragem

Amostragens sistemáticas no Arroio Carvão foram realizadas em campanhas sazonais nos meses de março (verão), maio (outono), agosto (inverno) e outubro (primavera) de 2001.

Para a realização do estudo, o riacho foi dividido em três segmentos (superior, médio e inferior). Cada segmento foi definido em relação a sua distância da foz do riacho e pela presença de cachoeiras que poderiam representar barreiras geográficas entre um segmento e outro. Em cada segmento foi definido um trecho contínuo de 60 metros, para a realização dos procedimentos de amostragem (BISSON & MONTGOMERY, 1996). O trecho superior localiza-se a 730 metros a.n.m., o trecho médio a 309 metros a.n.m. e o trecho inferior a 140 metros a.n.m.

O método de coleta empregado foi o “kick sampling method” (SUTHERLAND, 1996) utilizando-se um puçá com abertura de 42 cm x 65 cm (2730 cm²) e malha de 840 µm (0.6 cm x 1.4 cm). O esforço empregado foi de 30 lances de puçá em cada trecho e as coletas foram procedidas sempre em sentido foz – nascente. Para cada lance foram identificadas as espécies da megafauna capturadas (Amphibia, Crustacea e Osteichthyes) e suas respectivas abundâncias anotadas. Do total de 30 lances de puçá, em 5 aleatoriamente selecionados, todo o material de macroinvertebrados e serapilheira foi coletado e fixado em campo para análise. Uma descrição mais detalhada dos métodos empregados pode ser encontrada em VILELLA (2002).

Análise dos resultados

Em laboratório os animais coletados foram analisados em estereomicroscópio e foram anotadas a presença de organismos epibiontes e seus respectivos hospedadores. Consideraram-se os números de interações em cada trecho de amostragem.

RESULTADOS

A forese ocorre como estratégia adaptativa ao longo de todo o riacho, sendo adotada por diferentes *taxa*. No Arroio Carvão, foram registradas 11 interações interespecíficas através do mecanismo de forese. As interações existentes envolvem 8 espécies hospedadoras distribuídas entre as classes Ostariophysi, Crustacea e Hexapoda e 6 espécies de epibiontes pertencentes às classes Hexapoda, Turbellaria e Polychaeta (Figura 5). Dentre os epibiontes, *Ichthyocladius* foi o gênero encontrado no maior número de hospedadores (4), seguido pelos gêneros *Stratiodrillus* e *Temnocephala* (3) e *Nanocladius* (1).

De acordo com o gradiente altitudinal foram registradas 3 associações de forese no segmento superior do riacho, 5 no segmento médio e 7 associações no segmento inferior. O número de associações foréticas registradas em cada trecho amostral no Arroio Carvão seguiu o padrão observado para a riqueza e a diversidade de espécies da megafauna encontrada no mesmo sistema (VILELLA, 2002).

Stratiodrillus vilae Amato (ANEXO 12) foi registrado em associação com *Parastacus brasiliensis* von Martens no segmento superior do riacho. *Stratiodrillus* sp foi registrada em associação com *Aegla rossiana* Bond-Buckup & Buckup e *Trichodactylus fluviatilis* Latreille nos segmentos médio e inferior do riacho e, assim como *S. vilae*, os animais encontravam-se aderidos sobre os hospedadores ou ocupando as câmaras brânquias desses organismos.

Temnocephala axenos Monticelli (ANEXO 13) foi registrado em associação com *P. brasiliensis* no segmento superior e com *A. rossiana* nos segmentos médio e inferior do riacho. Por fim, foi registrada a ocorrência de *Temnocephala* spn associado à *T. fluviatilis* nos segmentos médio e inferior do riacho.

Os Temnocephalidae ocorrem aderidos à carapaça dos crustáceos ou ocupando os espaços existentes principalmente nas articulações móveis das quelas, o espaço junto aos olhos, a região ventral do abdômen e a região genital de seus hospedadores.

Tanto para as espécies do gênero *Temnocephala* quanto para as do gênero *Stratiodrillus* foram encontradas desovas desses organismos na carapaça de seus hospedadores sugerindo que, ao contrário dos Chironomidae, todo o seu ciclo de vida esteja restrito à superfície corporal do hospedador.

Ichthyocladus spn (ANEXO 14) foi registrado em associação com *Ancistrus* sp, *Hemipsilichthys nudulus* Reis & Pereira, *Hemipsilichthys hypselurus* e *Hemipsilichthys* sp. Os animais encontravam-se associados aos hospedadores principalmente ocupando a superfície dorsal do corpo e em especial aderidos pelos ganchos dos anal prolegs às nadadeiras ou em regiões do corpo muito próximas a estas. Apesar disso, também foram encontradas larvas nas narinas, nos odontódios, entre os olhos, sobre a cabeça e sobre o corpo dos peixes. A presença de pupários e pupas foi freqüentemente registrada na superfície ventral das nadadeiras peitorais e apresentavam uma curiosa simetria pois regularmente foi encontrado o mesmo número de pupários e pupas em cada nadadeira peitoral.

Larvas e pupas de *Nanocladus* sp (Chironomidae: Orthoclaadiini) (ANEXO 15) foram encontradas em associação à ninfas de Perlidae (Plecoptera) no segmento superior do riacho.

DISCUSSÃO

Da natureza das relações

De acordo com JOFFE *et al.* (1998) a ordem Temnocephalida possui espécies que apresentam muitos estados intermediários de uma transição entre comensalismo e parasitismo. As espécies da família Temnocephalidae são epibiontes de crustáceos mas também de moluscos, insetos e cágados (BRUSA & DAMBORENEA, 2000). Espécies pertencentes a esta família são reportadas em epibiose tanto em ambientes lênticos quanto lóticos e também existem registros de sua ocorrência em crustáceos de cavernas (CULVER & SKET, 2000) e em um isópodo semi-terrestre australiano (WILLIAMS, 1980). Os registros existentes assinalam que a maior concentração de espécies está localizada no hemisfério sul, porém também são registradas espécies na Europa e nas Américas Central e do Norte (WILLIAMS, 1981).

DIONI (1967), interessado em elucidar a verdadeira natureza da relação entre os *Temnocephala* e seus hospedadores frente às diferentes opiniões publicadas até aquela ocasião, desenvolveu um estudo que lhe possibilitou elaborar a rede trófica de organismos epibiontes de *Aegla prado* Schmitt e *A. uruguayana* Schmitt. Em seu trabalho, DIONI (1967) aponta *Temnocephala* como um predador, no topo da rica rede trófica de organismos epibiontes sobre *Aegla*, consumindo diretamente ao menos 5 itens (*Stratiodrilus*, protozoários, oligoquetos, rotíferos e detritos) tendo, dessa forma, um comportamento mais predatório. Na trama original, elaborada pelo autor ele assinala que *Temnocephala* consome *Stratiodrilus* e em observações a alguns exemplares de *Temnocephala* do Arroio Carvão foi possível distinguir em seu conteúdo estomacal a presença do aparato mastigador destes animais, corroborando sua proposição.

Alguns autores citam os *Temnocephala* como animais que alimentam-se de microcrustáceos e algas, porém JENNINGS (1968) fazendo uma análise histológica do conteúdo estomacal de *T. brenei* Jennings, associado a brânquias de *Macrobrachium americanum* Bate na Costa Rica, e *T. new-zealandiae* Haswell, associado a *Paranephrops*

planifrons White na Nova Zelândia, conclui que as algas encontradas nos estômagos daqueles animais são provenientes do conteúdo estomacal de suas presas e não propriamente da ingestão deliberada daqueles itens o que reforça a idéia do hábito predador. Além disso, o autor acrescenta à lista de itens os itens ingeridos por *Temnocephala* larvas de insetos, larvas ou adultos de copépodos e ostracodes.

A ocorrência de temnocefalídeos na dieta de crustáceos raramente é reportada, porém HOLLOWES *et al.* (2002) registram a presença destes animais em conteúdos estomacais de *Paranephrops zealandicus* Withe em riachos da Nova Zelândia. A detecção de temnocefalídeos em estudos de dieta deve ser considerada bastante dificultada pela rápida degeneração dos tecidos destes organismos (PEREIRA & CUOCOLO, 1940). É possível que o consumo de temnocefalídeos se dê mais corriqueiramente de forma acidental. No entanto, também pode ser postulada a possibilidade de tratar-se de um mecanismo pelo qual os crustáceos controlam o grau de infestação destes epibiontes. Esta hipótese pode ser levada em consideração se observarmos que a relação de comensalismo pode transformar-se em algo negativo ao hospedador a partir de certo limite de densidade dos epibiontes. Segundo WAHL *et al.* (1997) a transposição deste limiar pode representar a interferência em uma das quatro fases que definem o sucesso de um predador em consumir uma presa: (1) encontro → (2) reconhecimento → (3) captura / manipulação → (4) consumo. Estudos sobre esta natureza ainda precisam ser realizados para elucidar esta questão que envolve a relação dos temnocefalídeos e seus hospedadores.

A literatura disponível sobre o gênero *Stratiodrilus* é muito reduzida e em sua maioria os autores têm tratado mais de aspectos taxonômicos do que ecológicos das espécies. CANNON & JENNINGS (1987) reportam que os *Stratiodrilus* comensais de *Cherax dispar* Reik e *C. punctatus* Clark na Austrália consomem a microflora que cresce sobre a superfície do corpo de seus hospedadores. Ao descrever *Stratiodrilus platensis* CORDERO (1927) relata encontrar na dieta dos animais detritos diversos, inclusive as diatomáceas. DIONI (1967), estudando os seres epizoóicos de *Aegla*, demonstra uma elaborada rede trófica e posiciona *S. platensis* como um consumidor de detritos, bactérias, algas e possivelmente protozoários (Figura 5) STEINER & AMARAL (2000) citam que os *Stratiodrilus* alimentam-se

de bactérias, algas azuis, diatomáceas e outras algas que crescem, abundantemente, na câmara branquial de seus hospedeiros, promovendo assim um benefício ao crustáceo, pois a remoção da microflora facilita o fluxo d'água e as trocas gasosas.

Dentre os insetos, os Chironomidae são, sem dúvida, o grupo mais reportado em associação forética com diferentes gêneros e espécies relacionando-se com Diptera (STEFFAN, 1967a), Ephemeroptera (CALLISTO & GOULART, 2000), Hemiptera (ROBACK, 1977), Megaloptera (PENNUITO, 2000), Odonata (DUDGEON, 1989), Plecoptera (DORVILLÉ *et al.*, 2000), Trichoptera (VINIKOUR & ANDERSON, 1981), Gastropoda (WITHE *et al.*, 1980), e Pisces (FITTKAU, 1974). No entanto, cabe registrar que além de Chironomidae também são citados na literatura os Simuliidae associando-se com Ephemeroptera (CORBET, 1961), Odonata (DUDGEON, 1989) e Crustacea (CORBET, 1961) e, mais raramente, Ceratopogonidae associado à Odonata (DUDGEON, 1989), Empididae à Trichoptera (VINIKOUR & ANDERSON, 1981) e Trichoptera à Odonata (WITHE & FOX, 1979 ver WITHE *et al.*, 1980).

Os Chironomidae da América do Sul representam um dos grupos mais diversificados em termos de riqueza de espécies. SPEIS & REISS (1996) mencionam mais de 720 espécies descritas para a região neotropical, mas pouca atenção tem ainda sido dada a esse grupo taxonômico, principalmente pela dificuldade de identificação. Um bom exemplo disso é o trabalho de WIEDENBRUG (2000) que estudando os Chironomidae do rio Maquiné encontrou 145 morfotipos sendo pertencentes a 55 gêneros, dois quais 12 novos gêneros para a ciência.

TOKESHY (1993) revisa a literatura existente sobre larvas de Chironomidae associadas a outros organismos aquáticos e apresenta uma relação de publicações, com grande concentração de trabalhos existentes na América do Norte e Europa. Como destacado pelo autor, o volume maior de trabalhos existente nestas duas regiões reflete muito mais a maior concentração de estudos e publicações (esforço) do que propriamente uma realidade biológica global.

No Arroio Carvão, os Chironomidae encontrados em relação de forese com outros organismos estão representados pelos gêneros *Nanocladius* e *Ichthiocladius*. *Nanocladius* é

reportado na literatura em associação com Ephemeroptera (EPLER, 1986; JACOBSEN, 1998; CALLISTO & GOULART, 2000), Megaloptera (GOTCEITAS & MACAY, 1980; FURNISH *et al.*, 1981; PENNUTO, 1997; HAYASHI, 1998; PENNUTO, 1998; PENNUTO, 2000) e Plecoptera (STEFFAN, 1965; STEFFAN, 1967b; DOSDALL & MASON, 1981; DOSDALL *et al.*, 1986; GIBERSON *et al.*, 1996; DORVILLÉ *et al.*, 2000). A maneira como se dá a associação dos animais no Arroio Carvão é muito semelhante ao apresentado por DORVILLÉ *et al.* (2000) para larvas de *Nanocladius* sp e o Perlidae *Kempnyia tijucana* Dorvillé & Froehlich.

Os dados disponíveis na literatura parecem demonstrar existir diferentes estratégias de alimentação de *Nanocladius* quando em associação. GIBERSON *et al.* (1996) e JACOBSEN (1998) analisando o conteúdo estomacal de larvas de *Nanocladius*, associadas a *Pteronarcys biloba* Newman (Plecoptera, Pteronarcyidae) e 3 espécies de Ephemeroptera, *Thraulodes* sp e *Choroterpes* sp (Leptophlebiidae) e *Leucrocuta* sp (Heptageniidae) respectivamente, concluem que estas alimentaram-se principalmente sobre a hemolinfa de seus hospedeiros mas também encontraram na dieta das larvas itens como sedimentos, algas e detritos. De acordo com os autores esta, dieta resulta em um efeito negativo ao hospedeiro pois resultou em cicatrizes no corpo e redução ou deformação de suas brânquias caracterizando-se mais propriamente como parasitismo. Outros autores, no entanto, encontraram larvas de *Nanocladius* associadas a hospedeiros nos quais não foram observados prejuízos resultantes da relação (STEFFAN, 1967b; GOTCEITAS & MACAY, 1980; DOSDALL & MASON, 1981; HAYASHI, 1998) tendo a associação um efeito melhor definido como comensalismo. Em seus trabalhos, estes autores citam que *Nanocladius* alimenta-se principalmente de itens como algas verdes, diatomáceas e detritos e referem-se também que como estratégia alimentar a larva coleta o material preso aos pêlos das pernas ou a superfície do corpo de seus hospedeiros.

Como característica comum a todos os animais do gênero *Nanocladius*, reportados na literatura e encontrado no Arroio Carvão, em associação com outros organismos destacam-se a habilidade em construir um tubo de seda, às vezes com aspecto gelatinoso, aberto em ambos os lados e que a larva constrói sobre o corpo do hospedeiro. Além disso,

é marcante a habilidade da larva em estender até metade do seu corpo fora do tubo para alimentar-se e também a capacidade de girar o corpo e virar-se dentro do tubo. De acordo com algumas observações, parece que o sítio de fixação no corpo do hospedador é mais variável em larvas em estágios iniciais de desenvolvimento e à medida que tornam-se maduras e maiores as larvas tornam-se mais específicas quanto ao sítio de fixação no corpo do hospedador (JACOBSEN, 1998). Este comportamento mais seletivo dos indivíduos maiores pode tornar-se um fator de competição entre as larvas. Também é relatada a habilidade das larvas trocarem de hospedeiro ou de abandonarem uma exúvia para se fixarem novamente na ninfa (DOSDALL & MASON, 1981; GIBERSON *et al.*, 1996; HAYASHI, 1998; JACOBSEN, 1998). A prevalência de larvas sobre hospedadores pode variar de 3,22% (JACOBSEN, 1998) à 100% (HAYASHI, 1998) e comumente é relatada a ocorrência de 1 larva para cada hospedador mas em menor frequência também são observadas até 5 larvas associadas a 1 único hospedador. Destaca-se na interação de forese de larvas de *Nanocladius* a grande proporção do tamanho corporal da larva em relação aos Plcoptera e Ephemeroptera. JACOBSEN (1998) pesou epibiontes e hospedadores e encontrou larvas de *Nanocladius* tendo peso de 8 à 24% do peso de seu hospedador efeméridos.

O gênero *Ichthiocladius* é ainda muito pouco conhecido. FREIHOFFER & NEIL (1967) examinaram 1100 espécies de peixes pertencentes a 10 famílias da América do Sul e encontraram larvas associadas a peixes da família Loricariidae (gêneros *Ancistrus*, *Chaetostoma*, *Hemiancistrus*, *Plecostomus* e *Xenocara*) e Astroblepidae (gênero *Astroblepus*). Os animais aos quais as larvas de Chironomidae foram encontradas em forese eram oriundos da bacia amazônica de rios do Brasil, Peru, Bolívia, Guiana Britânica, Venezuela, Equador e Trinidad. FREIHOFFER & NEIL (1967) salientam que este tipo de comensalismo epizoóico requer hábitos sedentários e características particulares da anatomia e ecologia dos peixes e invertebrados associados.

No Arroio Carvão as larvas e pupas de *Ichthiocladius* sp foram encontradas em quatro espécies de peixes da família Loricariidae com uma alta prevalência e grau de

infestação e foram encontrados todos os quatro estágios larvais associados aos peixes, bem como pupas.

Entre os autores que reportam associações similares às encontradas no Arroio Carvão várias tem sido as denominações empregadas para definir sua natureza e em especial a simbiose tem sido considerada. No entanto, considerando simbiose uma situação em que os organismos vivem em associação, o termo não discrimina a possibilidade do efeito dessa relação, podendo ser parasitária, mutualística ou comensal. Como apontado por MARTIN & BRITAYEV (1998) existem muitos exemplos de associações que eram inicialmente consideradas como parasitismo mas que, com o acúmulo de conhecimento passaram a ser tratadas como comensalismo ou mesmo mutualismo. De fato, a natureza das associações encontradas no Arroio Carvão merecem estudos mais detalhados de seus efeitos, tanto para o epibionte quanto para o hospedador, mas os dados atualmente disponíveis nos levam a considerar que o epibionte é beneficiado pela relação e o hospedador não obtém vantagem ou prejuízo da relação, caracterizando dessa forma o comensalismo. Além disso, de acordo com as observações feitas com material *in vivo* e pelas informações disponíveis na literatura, as relações de forese encontrados no Arroio Carvão podem ser consideradas essenciais para o ciclo de vida de todos os epibiontes.

Da origem das interações observadas

A evolução da relação de forese entre as espécies do gênero *Temnocephala* e seus hospedadores é pouco conhecida. Estudos tratando da origem do parasitismo em Platyhelminthes (BLOOM *et al.*, 1998) apontam que o filo provavelmente tenha originado-se de um ancestral comum de vida livre e que o parasitismo nos organismos das Classes Cestoda e Trematoda tenha evoluído de forma independente. A Classe Turbellaria é composta predominantemente de organismos de vida livre, mas inclui alguns organismos ecto e endocomensais. As relações filogenéticas dos Platyhelminthes e de seus grupos são ainda bastante discutidas na literatura (LITTLEWOOD *et al.*, 1998), mas considerando os dados existentes sobre a distribuição geográfica do grupo, parece mais plausível supor que

os Temnocephalidae coevoluiram com seus hospedadores desde um conjunto de epibionte - hospedador ancestral, muito possivelmente marinho. Dessa forma, a relação de coevolução entre estes organismos pode ser considerada bastante antiga e anterior à ocupação das águas continentais.

Ainda mais conspícuos que os Temnocephalidae, os Histrobdellidae do gênero *Stratiodrilus* são essencialmente encontrados no hemisfério sul. De acordo com AMATO (2001) são reconhecidos 10 espécies pertencentes ao gênero *Stratiodrilus* ocorrendo em crustáceos na Austrália, Nova Zelândia, Madagascar, Uruguai, Chile e Brasil.

MARTIN & BRITAYEV (1998) revisam o conhecimento sobre Polychaetes simbióticos e encontram 292 espécies comensais, pertencendo a 28 famílias, envolvidos em 713 relações. Segundo os autores, entre as espécies comensais 59% possuem especificidade sobre um único hospedeiro e, se forem consideradas as espécies relacionadas a 2 ou 3 hospedeiros diferentes, o número pode chegar a 87%. Das famílias com espécies comensais reportadas pelos autores, somente Histrobidellidae possui representantes em água doce.

Da mesma forma que os *Temnocephala*, a relação de forese entre os *Stratiodrilus* e os seus hospedadores apresenta-se muito possivelmente como o resultado da coevolução de ancestrais marinhos que juntamente avançaram e colonizaram ambientes continentais.

Enquanto os Temnocephalidae e os Histrobdellidae têm centrado no hemisfério sul sua distribuição geográfica, é curioso observar que no hemisfério norte, onde se ausentam organismos destas famílias em águas continentais, os crustáceos possuem outros epibiontes pertencentes à família Branchiobdellidae (Oligochaeta). De acordo com as informações disponíveis na literatura, a relação dos Branchiobdellidae com seus hospedadores parece muito similar ao que ocorre entre os Temnocephalidae e os Histrobdellidae no hemisfério sul, podendo ser consideradas algumas convergências em morfologia e comportamento aos padrões encontrados nos organismos em epibiose nos dois hemisférios. Estas convergências devem estar diretamente associadas à morfologia bastante similar dos crustáceos hospedadores. Além disso, a ocorrência de grupos taxonômicos tão distintos ocupando o mesmo nicho em crustáceos deve prover um

excelente material para a compreensão da evolução do grupo, de sua origem e da maneira como ocupou as águas continentais.

Estudos realizados no Arroio Carvão apontam a influência de variáveis abióticas sobre a comunidade aquática, indicando que a riqueza, a composição e a abundância das espécies modificam-se desde a nascente até o trecho inferior do riacho em função das características estruturais do ambiente, sendo estas fortemente influenciadas pelo gradiente altitudinal (VILELLA, 2002). Neste mesmo estudo, os autores consideram que a maior limitação para as espécies estabelecerem-se em um ecossistema de 1ª ordem como o Arroio Carvão deva estar relacionada a sua adaptabilidade ecomorfológica aos limites físicos impostos pelos riachos. Infelizmente os trabalhos relatando a associação de forese entre os Chironomidae e seus hospedeiros não trazem descrições mais aprofundadas dos ambientes em que a relação foi registrada mas, as informações disponíveis parecem indicar que tratam-se de riachos de montanha ou de encostas montanhosas de baixa ordem (1 – 3) com substrato rochoso, águas de baixa turbidez e bastante saturadas de oxigênio e a temperatura pode apresentar flutuações associadas à sazonalidade variando de 0°C até 25°C.

WITHE *et al.* (1980), estudando relações de forese entre Chironomidae e macroinvertebrados em 7 riachos diferentes, observam que enquanto a percentagem de rochas, detritos e outros substratos duros diminuem comparativamente nos riachos o registro de Chironomidae em forese com outros insetos aquáticos aumenta. De acordo com as considerações feitas por VILELLA (2002) e os resultados obtidos por WITHE *et al.* (1980) pode-se considerar que o comensalismo, através da forese, é uma saída encontrada pelos insetos aquáticos e em especial os Chironomidae às limitações físicas impostas pelo ecossistema lótico. Esta consideração é reforçada pelo fato de que até o momento não foram reportados casos de Chironomidae em associação forética com outras espécies em ambientes lênticos.

Existe consenso entre diversos autores de que a associação forética entre espécies de Chironomidae e outros *taxa* serve como meio de transporte, aumentando a mobilidade do comensal; melhora as oportunidades alimentares através do suprimento de detritos e algas,

que são coletados sobre o corpo do hospedador; permite a diminuição do esforço e gasto de energia empregado pela larva na procura de alimento, sendo este o maior período do ciclo de vida do organismo; evita micro-habitats inóspitos em termos de suprimento alimentar e concentração de oxigênio aumentando a proteção de distúrbios causados em ambientes lóticos, tais como enxurradas e por fim, reduz o nível de predação sobre o quironomídeo (STEFFAN, 1967b; TOKESHI, 1993; GIBERSON *et al.*, 1996).

As relações observadas entre os insetos, em especial os Chironomidae, e seus hospedadores parece estar evoluindo no meio lótico como uma adaptação resultante das pressões exercidas pelo meio físico. Por outro lado, as relações encontradas entre os Histrobidellidae e os Temnocephalidae no hemisfério sul, e possivelmente os Branchiobdellidae no hemisfério norte com os crustáceos parecem caracterizar-se mais propriamente como um fenômeno de coevolução entre epibionte e hospedador. Tal consideração deve ser levada em conta observando-se a história evolutiva dos grupos, sua distribuição geográfica e principalmente às relações filogenéticas existentes em cada grupo. A possibilidade deste fenômeno estar relacionado a estes grupos tão distintos deveria ser considerada em seus estudos filogenéticos, possibilitando bons “insights” sobre sua história evolutiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste estudo demonstram que, além da influência das características abióticas de riachos, interações entre espécies são também fatores importantes na estruturação da comunidade nestes ambientes. No entanto, deve ser destacado que a atual afirmação só tornou-se possível quando a dimensão da comunidade estudada abrangeu o maior número de grupos taxonômicos possível (peixes, crustáceos, anfíbios e macroinvertebrados), revelando uma importante característica estrutural do sistema: I) há presença de interações de forese entre diferentes elementos da fauna em todos os trechos do riacho; II) o número de interações em cada trecho segue o mesmo padrão apresentado pela riqueza e diversidade de espécies da megafauna.

Espera-se que sejam mais frequentemente encontradas relações de forese em ambientes de cabeceiras (1ª e 2ª ordem), onde os eventos de perturbação causados por chuvas torrenciais ou degelo são mais drásticos, levando especialmente os Chironomidae a utilizarem-se desta estratégia para a ocupação e permanência nestes ambientes. Além disso, é possível existir uma maior frequência de interações de forese em riachos onde predominam o substrato mole sobre riachos onde são mais comuns componentes duros compondo o substrato.

Os estudos de investigação das relações de forese devem considerar que possivelmente existam muitos exemplos em que a associação não seja específica nem mesmo obrigatória, podendo ser encontrados animais de uma mesma espécie utilizando-se ou não de forese de acordo com o ambiente. Também podem existir exemplos em que serão encontrados graus mais evoluídos de associação, passando a ser obrigatória ao epibionte e, mesmo, exemplos em que o comensalismo dê lugar ao mutualismo ou ao parasitismo. Quanto a isto, o gênero *Nanocladius* parece ser um bom exemplo destas diferentes possibilidades comportamentais.

O campo para a pesquisa sobre a interação entre espécies em ambientes aquáticos continentais é ainda muito pouco explorado e deverá gerar muitas novidades sobre a estrutura de suas comunidades e o funcionamento destes sistemas. A medida que este

conhecimento for crescendo, também deverá passar a constituir informação importante e útil à áreas bastante aplicadas da ecologia como a manipulação e a conservação de ecossistemas e a restauração de habitats.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores José F. R. Amato, Susana Amato, Georgina Bond Backup, Ludwig Backup e Giovani Vinciprova do Departamento de Zoologia da UFRGS e aos pesquisadores Edson H. L. Pereira, Vinícius Bertaco e Roberto E. Reis do Museu de Ciências da PUCRS pela identificação taxonômica das espécies. Aos professores. A. Cecília Z. Amaral do Depto. Zoologia da UNICAMP, ao professor Marcos Callisto do Depto. de Biologia Geral da UFMG e ao professor Christopher M. Pennuto da University of Southern Maine pelo envio de artigos, aos autores, que enriqueceram este trabalho. Ao CNPq pela bolsa de mestrado, a PROPESQ/UFRGS pelo suporte de parte dos custos do projeto e ao Programa Man and Biosphere MaB/UNESCO pelo prêmio concedido a este projeto.

REFERÊNCIAS

- Allan J.D. (1995) Stream Ecology. Chapman and Hall, London, 388 pp.
- Amato J.F.R. (2001) A new species of *Stratiodrillus* (POLYCHAETA, HISTROBDELLIDAE) from freshwater crayfishes of southern Brazil. *Iheringia, Serie Zoologica*, 90, 37-44.
- Arthur W. (1986) On the complexity of a simple environment: competition, resource partitioning and facilitation in a two-species *Drosophila* system. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 313, 471-508.
- Arthur W. & Mitchell P. (1989) A revised scheme for the classification of population interactions. *Oikos*, 56, 141-143.
- Begon, M., Harper, J.L. & C.R. Townsend (1997) Ecology Individuals Populations and Communities. Blackwell Science, 1068 pp.
- Bisson P.A. & Montgomery D.R. (1996) Valley Segments, Stream Reaches, and Channel Units. In Hauer, F. R. & G. A. Lamberti, Methods in Stream Ecology. Academic Press, San Diego, 674 pp.
- Bloom, S., Hoffman N., Pfeiffer M., Wallinger G. & Weaver L. (1998) A cladistic investigation of the origin of parasitism in the phylum Platyhelminthes. *Journal Systematic Biology*, 8, 10-100.
- Brusa F. & Damborenea M.C. (2000) First report os *Temnocephala brevicornis* Monticelli 1889 (Temnocephalidae: Platyhelminthes) in Argentina. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95, 81-82.
- Burkholder P.R. (1952) Cooperation na conflict among primitive organisms. *American Scientist*, 40, 601-631.
- Callisto M. & Goulart M.D.C. (2000) Phoretic association between *Nanocladius* (Plecopteracoluthus) sp. (Chironomidae: Diptera) and *Thraulodes* sp. (Leptophlebiidae: Ephemeroptera). *Anais da Sociedade Entomol. Brasil*, 29, 605 – 608.
- Colwell R.K. (1986) Community biology and sexual selection: Lessons from hummingbird flower mites. Community Ecology. Diamond J. & Case T.J. eds. Harper & Row Publishers, New York, 665 pp.

- Cannon L.R.G. & Jennings J.B. (1987) Occurrence and nutritional relationships of four ectosymbiontes of freshwater crayfishes *Cherax dispar* Reik and *Cherax punctatus* Clark (Crustacea: Decapoda) in Queensland. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 38, 419-427.
- Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas – MG. (2000) Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campo Sulinos. MMA/SBF, Brasília, 40 pp.
- Corbet P.S. (1961) The biological significance of the attachment of immature stages of *Simulium* to mayflies and crabs. *Bulletin of Entomological Research*, 52, 695-699.
- Cordero E.H. (1927) Un nuevo Arquiánélido, *Stratiodrillus platensis* n.sp., que habita sobre *Aegla laevis* (Latr.). *Physis*, 8, 574-579.
- Culver D.C. & Sket B. (2000) Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. *Journal of Cave and Karst Studies*, 62, 11-17.
- Dioni W.L. (1967) Vehiculismo sobre *Aegla* (Decapoda, Anomura). Los seres epizoicos y sus relaciones interespecificas. *Physis*, 27, 41-52.
- Dorvillé L.F.M., Nissimian J.L. & Sanseverino A.M. (2000) First record of symphoresy between nymphs of the stonefly *Kampnyia tijucana*, and chironomid larvae, *Nanocladius* (Plecopteracoluthus) sp., in the Neotropics. *Studies on Neotropical Fauna & Environmet*, 35, 109-114.
- Dosdall L.M. & Mason P.G. (1981) A chironomid (*Nanocladius* (Plecopteracoluthus) *branchicolus*: Diptera) phoretic on a stonefly (*Acroneuria lycorias*: plecoptera) in Saskatchewan. *The Canadian Entomologist*, 113, 141-147.
- Dosdall L. M., Mason P.G. & Lehmkuhl D.M. (1986) First records of phoretic Chironomidae (Diptera) associated with nymphs of *Pteronarcys dorsata* (Say) (Plecoptera: Pteronarcyidae). *The Canadian Entomologist*, 118, 511-515.

- Dudgeon D. (1989) Phoretic Diptera (Nematocera) on *Zygonyx iris* (Odonata: Anisoptera) from Hong Kong river: incidence, composition, and attachment sites. *Arch. Hydrobiol.*, 115, 433-439.
- Epler J.H. (1986) A novel new neotropical *Nanocladius* (Diptera: chironomidae) symphoretic on *Traverella* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Florida Entomologist*, 69, 319-327.
- Feminella J.W. & Hawkins C.P. (1995) Interactions between stream herbivores and periphyton: a quantitative analysis of past experiments. *Journal of the North American Benthological Society*, 14, 465-509.
- Fittkau E.J. (1974) *Ichthyocladus* n. gen., eine neotropische Gattung der Orthoclaadiinae (Chironomidae: Diptera) deren Larven epizoisch auf Welsen (Astroblepidae und Loricariidae) leben. *Ent. Tidskr.*, 95, 91-106 *supplem.*
- Freihofer W.C. & Neil E.H. (1967) Commensalism between midge larvae (Diptera: Chironomidae) and catfishes of the families Astroblepidae and loricariidae. *Copeia*, 1, 39-45.
- Furnish J., Belluck D., Baker D. & Pennington B.A. (1981) Phoretic relationships between *Corydalis cornutus* (Megaloptera: Corydalidae) and chironomidae in eastern Tennessee. *An Ent. Soc. Am.*, 74, 29-30.
- Giberson D.J., Macinnis A.J. & Blanchard M. (1996) Seasonal frequency on positioning of parasitic midges (Chironomidae) on *Pteronarcys biloba* nymphs (Pteronarcyidae). *Journal of the North American Benthological Society*, 15, 529-536.
- Gotceitas V. & Mackay R.J. (1980) The phoretic association of *Nanocladius* (*Nanocladius*) *rectinervis* (Kieffer) (Diptera: chironomidae) on *Nigronia serricornis* Say (Megaloptera: Corydalidae). *Canadian Journal of Zoology*, 58, 2260-2263.
- Hayashi F. (1998) *Nanocladius* (*Plecopteracoluthus*) *asiaticus* sp. n. (Diptera: chironomidae) phoretic on dobsonfly and fishfly larvae (Megaloptera: Corydalidae). *Aquatic Insects*, 20, 215-229.
- Hollows J.W., Townsend C.R. & Collier K.J. (2002) Diet of the crayfish *Paranephrops zealandicus* in bush and pasture streams: insights from stable isotopes and stomach analysis. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 36, 129-142.

- Houck M.A. (1999) Review: phoresy by *Hemisarcoptes* (Acari: Hemisarcoptidae) on *Chilocorus* (Coleoptera: Coccinellidae): Influence of subelytral ultrastructure. *Ecology and Evolution of the Acari*. J. Bruin, L.P.S. van der Geest & M.W. Sabelis eds. Kluwer Academic Pub. Dordrecht. 677 pp.
- Jacobsen R.E. (1998) The symbiotic relationship of a chironomid with its ephemeropteran host in an Arizona mountain stream. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 71, 426-438.
- Jennings J.B. (1968) Feeding, digestion and food storage in two species of temnocephalid flatworms (Turbellaria: Rhabdocoela). *Journal of Zoology London*, 156, 1-8.
- Joffe B.I., Cannon L.R.G. & Schockaert E.R. (1998) On the phylogeny of families and genera within the Temnocephalida. *Hydrobiologia*, 383, 263-268.
- Littlewood D.T.J., Bray R.A. & Clough K. A. (1998) A phylogeny of the Platyhelminthes: towards a total-evidence solution. *Hydrobiologia*, 383, 155-160.
- Martin D. & Britayev T. A. (1998) Symbiotic polychaetes: Review of known species. *Oceanogra. Mar. Biol. Ann. Ver.*, 36, 217-340.
- Odum E.P (1988) *Ecologia*. Editora Guanabara Koogan S. A., Rio de Janeiro, 434 pp.
- Peckarsky B.L. (1984) Predator-prey interactions among aquatic insects. In Resh, V. H. & D. M. Rosemberg, *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger, New York, pp. 196 – 254.
- Pennuto C.M. (1997) Incidence Of Chironomid Phoretics On Hellgrammites In Streams Of Southern Maine. *Northeastern Naturalist*, 4, 285-292.
- Pennuto C.M. (1998) Seasonal position patterns and fate of a commensal chironomid on its fishfly host. *Journal of Freshwater Ecology*, 13, 323-332.
- Pennuto C.M. (2000) Effects of larval movement behaviour and density on emergence succes and adult body size in a commensal midge. *Aquatic Ecology*, 34, 177-184.
- Pereira C. & Cuocolo R. (1940) Contribuição para o conhecimento da morfologia, bionomia e ecologia de *Temnocephala brevicornis* Monticceli, 1889. *Arquivos do Instituto Biologico*, 11, 367-403.

- Power M.E., Stout R.J., Cushing C.E., Harper P.P. & Hauer F. R. (1988). Biotic and abiotic controls in river and stream communities. *Journal of the North American Benthological Society*, 7, 456-479.
- Roback S.S. (1977) First Record of a Chironomid Larva Living Phoretically on an Aquatic Hemipteran (Naucoridae). *Entomological News*, 88, 192.
- Spies M & Reis F. (1996) Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae. *SPIXIANA*, 22, 61-119.
- Stanzer B. & Higler B. (1986) Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology*, 16, 127-139.
- Stanzer B., Gore J.A. & Resh V.H. (1988) Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. *Journal of the North American Benthological Society*, 7, 307-360.
- Steffan A.W. (1965) *Plecopteracoluthus downesi* gen. et. sp. nov. (Diptera: Chironomidae), a new species whose larvae live phoretically on larvae of Plecoptera. *The Canadian Entomologist*, 97, 1323-1344.
- Steffan A.W. (1967a) Ectosymbiosis in aquatic insects. Chapter 4. In Henry, S. M., Symbiosis. Vol. 2. Academic Press, New York: 207 – 289.
- Steffan A.W. (1967b) Larval phoresis of Chironomidae on Perlidae. *Nature*, 213, 846-847.
- Steiner T.M. & Amaral A.C.Z. (2000) Classe Polychaeta. In Ismael D., Valenti W.C., Rocha O. & Tundisi T.M. Vol 4: Biodiversidade do Estado de São paulo, Brasil. Vol. 4 Invertebrados de água doce. FAPESP, São Paulo. 74 - 79.
- Sthraler A.N. (1952) Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63, 1117-1142.
- Sutherland W.J. (1996) Ecological Census Techniques: A Handbook. Cambridge University Press, Cambridge, 336 pp.
- Tokeshi M. (1993) On the evolution of commensalism in the Chironomidae. *Freshwater Biology*, 29, 481-489.
- Vilella F.S. (2002) Ecologia da comunidade aquática de um riacho de 1ª ordem da Mata Atlântica: Relações entre variáveis estruturais e bióticas em uma Reserva de Biosfera Tropical. Dissertação de Mestrado, UFSCar, São Carlos. pp.

- Vinikour W.S. & Anderson R.V. (1981) Diptera larvae (Empididae and Chironomidae) in Trichoptera pupal cases (Glossosomatidae and Limnephilidae). *Entomological News*, 90, 69-74.
- Wahl M., Hay M.E. & Enderlein P. (1997) Effects of epibiosis on consumer-prey interactions. *Hydrobiologia*, 355, 49-59.
- Williams J.B. (1980) Morphology of a species of *Temnocephala* (Platyhelminthes) ectocomensal on the isopod *Phreatoicopsis terricola*. *Journal of Natural History*, 14, 183-199.
- Williams J.B. (1981) Classification of the Temnocephaloidea (Platyhelminthes). *Journal of Natural History*, 15, 277-299.
- Winderbrug, S. (2000) Studie zur Chironomidenfauna aus bergbachen von Rio Grande do Sul, Brasilien. *Tese de Doutorado*. Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität München. München. 445 pp.
- White T.R., Weaver III J.S. & Fox R.C. (1980) Phoretic relationships between chironomidae (Diptera) and benthic macroinvertebrates. *Entomological News*, 91, 69-74.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre os objetivos deste estudo

Os resultados apresentados neste trabalho permitem afirmar que os objetivos propostos para este estudo foram satisfatoriamente alcançados. As relações observadas entre as variáveis estruturais do ambiente e fatores internos da comunidade mostraram-se importantes na estruturação de uma comunidade aquática de um riacho de 1ª ordem. Além disso têm-se agora um quadro claro de como se dão estas relações no Arroio Carvão e pode-se, a partir disto, comparar estudos de mesma natureza em outros riachos de pequena ordem da Mata Atlântica. Estes futuros estudos são necessários para o estabelecimento de comparações e de um debate técnico que pode levar à elaboração de índices de monitoramento de qualidade destes sistemas baseados, em variáveis adequadas à realidade biológica dos riachos da Mata Atlântica.

Os resultados permitem ensaios sobre o estabelecimento de padrões de referência sobre os riachos de 1ª ordem da bacia hidrográfica do rio Maquiné e, assim, poderão tornar-se uma importante ferramenta de monitoramento da qualidade deste sistema. No entanto, é preciso que o poder público e o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí compreendam a importância de implantar sistemas de monitoramento através de Índices de Integridade Biótica que, além de garantirem a um custo menos elevado informações mais precisas sobre a qualidade dos riachos da região, informam também sobre a diversidade existentes nestes ambientes e sobre a conservação das comunidades aquáticas.

Em nosso estudo foi encontrada uma nova espécie de peixe para a ciência, *Hemipsilichtys* sp, cuja localidade de ocorrência conhecida até o momento restringe-se à bacia do Arroio Carvão. Além desta espécie, foram acrescentados ao menos uma espécie de *Temnocephla* e uma de *Stratiodrilus* também confirmadamente novas para a ciência. Apesar disso, acredita-se que a investigação taxonômica dos macroinvertebrados irá revelar muitos outros taxa ainda desconhecidos pela ciência.

Também temos o mérito de registrar aqui a ocorrência de *Ichtiocladus* sp que também deve tratar-se de ao menos uma nova espécie. Além do trabalho de FITKAU (1978) em que é feita a descrição do gênero e de uma espécie não houveram outros artigos ou publicações trabalhando com esta espécie. Além disso, amplia-se em muito a área de ocorrência deste gênero na América do Sul.

A Reserva Biológica da Serra Geral

Este foi o primeiro estudo realizado na área da Reserva Biológica da Serra Geral (RBSG) e os resultados demonstram que, em função da forma com que foi criada a unidade de conservação, ela torna-se pouco efetiva na conservação das comunidades de riachos de cabeceira. A RBSG tem efetividade na conservação das nascentes que alimentam, em parte, a bacia hidrográfica do rio Maquiné ao sul e a bacia hidrográfica do rio Três Forquilhas, ao norte. No entanto, em função da área da reserva estar limitada a quota altitudinal de 700 metros a.n.m., os riachos que provém da área estão logo sujeitos ao impacto provocado pelo uso do solo para cultivos de subsistência e, em especial, a criação de porcos nas encostas da serra. Em nosso estudo não foi realizada a análise de coliformes fecais, mas um estudo desenvolvido paralelamente demonstrou que, apesar dos parâmetros físicos como turbidez manterem-se ao longo do ano, entre março e agosto de 2001 nota-se um expressivo aumento na concentração de coliformes fecais na água do riacho. Os valores atingem patamares superiores aos definidos pelas legislações federal e estadual como apropriados para o consumo humano e para a criação natural ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana (Emanuele Kuhn, comunicação pessoal). A elevada concentração de coliformes fecais neste período é atribuída à criação de porcos no sistema semi-extensivo realizada por pequenos produtores na micro-bacia do riacho. Estimamos que tenham sido liberados em uma área de roça de milho de trinta a quarenta porcos para a engorda. É difícil argüir sobre a influência desta alteração sobre a comunidade do riacho, pois faltam dados pretéritos e não existem informações contínuas sobre este sistema. No entanto, as famílias que vivem na pequena porção de terras planas do riacho captam água

superficial para todos os usos da casa, inclusive para beber. Apesar de informados sobre o risco, os moradores mostraram-se discrentes da possibilidade da água estar contaminada.

O envolvimento da comunidade local na conservação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Maquiné é imprescindível e para isso faz-se necessário o estabelecimento de um trabalho que, com este objetivo, informe e dê condições aos seus moradores de desenvolver atividades economicamente viáveis e alternativas ao atual modo de produção da região.

Espera-se que este trabalho possa contribuir de maneira efetiva para a conservação e melhoramento da qualidade dos arroios de pequena ordem da bacia hidrográfica do rio Maquiné, bem como sirva de inspiração a outros pesquisadores que se interessem em desenvolver estudos semelhantes em outros sistemas hídricos.

TABELAS

Tabela 1. Relação das variáveis abióticas analisadas no Arroio Carvão, suas respectivas unidades e abreviações adotadas neste trabalho.

Variáveis abióticas	Unidades	Abreviações
Macro-escala		
Altitude média	Metros acima do nível do mar (m.a.n.m.)	ALTM
Declividade do segmento	%	Decliv
Número de barreiras	-	NB
Altura das barreiras	Metros (m)	AB
Meso-escala - Estruturais		
Largura média da calha	Metros (m)	LCm
Coef. variação da largura da calha	%	LCcv
Largura média da lâmina d'água	Metros (m)	LLAm
Coef. variação largura da lâmina d'água	%	LLAcv
Profundidade média	Centímetros (cm)	PROFm
Coef. variação da profundidade	%	PROFcv
Velocidade média da corrente	Metros / segundo (m/s)	VELm
Coef. variação da velocidade da corrente	%	VELcv
Vazão média	Metros cúbicos / segundo (m ³ /s)	VAZm
Coef. Variação da vazão	%	VAZcv
Área total da lâmina d'água no trecho	Metros quadrados m ²	ATT
Volume total de água no trecho	Metros cúbicos m ³	VTT
Categoria de substrato	(%)	< 2 (cm)
Categoria de substrato	(%)	2 – 7 (cm)
Categoria de substrato	(%)	7 – 25 (cm)
Categoria de substrato	(%)	25 – 50 (cm)
Categoria de substrato	(%)	50 – 75 (cm)
Categoria de substrato	(%)	75 – 100 (cm)
Categoria de substrato	(%)	> 100 (cm)
Meso-escala – Limnológicas		
Condutividade elétrica	Microsiemens / centímetro (µS/cm)	CE
Dureza	Miligramas / litro (mg/L)	D
Fósforo total	Miligramas / litro (mg/L)	PTT
Matéria orgânica	Miligramas / litro (mg/L)	MO
Nitrogênio total	Miligramas / litro (mg/L)	NTT
Oxigênio dissolvido	Miligramas / litro (mg/L)	OD
pH		pH
Sólidos dissolvidos totais	Miligramas / litro (mg/L)	SDTT
Sólidos suspensos	Miligramas / litro (mg/L)	SS
Turbidez	NTU	TURB
Temperatura da água	Graus Celsius (°C)	T°H ₂ O

Tabela 2. Composição e abundância das espécies da megafauna do arroio Carvão em diferentes unidades espaço-temporais. Espécies assinaladas com X foram registradas apenas através de métodos qualitativos e não foram consideradas nas análises estatísticas. Os anfíbios onde constam dados de abundância referem-se apenas a girinos. S: trecho superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera.

Espécies	Sv	So	Si	Sp	Mv	Mo	Mi	Mp	Iv	Io	Ii	Ip
CRUSTACEA												
Parastacidae												
<i>Parastacus brasiliensis</i> von Martens, 1869	8	13	2	8								
Aeglidae												
<i>Aegla rossiana</i> Bond-Buckup & Buckup, 1994					32	49	74	70	17	41	39	12
Trichodactylidae												
<i>Trichodactylus fluviatilis</i> Latreille, 1828					8	1	2	9	30	17	3	5
OSTEICHTHYES												
Characidae												
<i>Astyanax scabripinnis</i> (Jenyns, 1842)									1	1		1
<i>Astyanax</i> sp										1		
<i>Mimagoniates reocharis</i>									X			
Crenuchidae												
<i>Characidium pterostictum</i> Buckup & Reis, 1997									2	3		1
Cichlidae												
<i>Crenicichla</i> sp									X			
Loricariidae												
<i>Epactionotus bilineatus</i> Reis & Schaefer, 1998										2		
<i>Hemipsilichtys nudulus</i> Reis & Pereira, 1999									11	16	5	21
<i>Hemipsilichtys hypselurus</i> Pereira & Reis 2002									3	9	2	6
<i>Hemipsilichtys</i> sp					5	5	22	15				
<i>Rineloricaria aequalicuspis</i> Reis & Cardoso, 2001										5	2	1
<i>Ancistrus</i> sp.									X			
Pimelodidae												
<i>Heptapterus mustelinus</i> (Valenciennes, 1836)									1	2	2	4
<i>Heptapterus</i> sp									1			
<i>Heptapterus sympterygium</i> Buckup, 1988										1		
<i>Rhamdia</i> sp									X	X	X	X
AMPHIBIA												
Hylidae												
<i>Hyla marginata</i> Boulenger, 1887	6	8	9	1	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hyla bischoffi</i> Boulenger, 1887												X
<i>Hyla guentheri</i> Boulenger, 1886												X
<i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925)												X
<i>Scinax catharinae</i> (Boulenger, 1888)												X
Leptodactylidae												
<i>Hylodes meridionalis</i> (adulto) (Mertens, 1927)			X	X	1	2	1					
<i>Hylodes meridionalis</i> (girino) (Mertens, 1927)					17	6	28	46				X
<i>Proceratophrys</i> sp					X	X	X	X				
Bufo												
<i>Bufo crucifer</i> (A. Lutz, 1934)												X
<i>Bufo ictericus</i> (Spix, 1824)												X

Tabela 3. Resultados do teste de aleatorização realizado a partir dos dados de composição e abundância das espécies da megafauna nas diferentes unidades espaço-temporais do arroio Carvão, sul do Brasil. Foram realizadas 5.000 iterações e o alfa de 0.05. Valores assinalados (*) aceitam a hipótese nula (h_0) de que, considerando a composição e abundância de espécies, não existem diferenças significativas entre as unidades espaço-temporais. S: trecho superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera.

	So	Si	Sp	Mv	Mo	Mi	Mp	Iv	Io	Ii	Ip
Sv	0.7412*	0.8284*	0.9998*	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0014	0.0002
So		0.2258*	0.6946*	0.0012	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0024	0.0002
Si			0.738*	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0014	0.0002
Sp				0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0014	0.0002
Mv					0.0098	0.0016	0.038	0.0076	0.0008	0.0214	0.006
Mo						0.0884*	0.0552*	0.0008	0.0074	0.0124	0.0022
Mi							0.1076*	0.0002	0.0018	0.0008	0.0002
Mp								0.0002	0.0004	0.0016	0.0004
Iv									0.1084*	0.009	0.0728*
Io										0.0096	0.1182*
Ii											0.0392

Tabela 4. Valores das variáveis abióticas analisadas e seu comportamento frente as 12 unidades espaço-temporais analisadas no arroio Carvão. S: trecho superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera. As legendas das variáveis são explicadas na Tabela 1.

Variável	Sv	So	Si	Sp	Mv	Mo	Mi	Mp	Iv	Io	Ii	Ip
Macro-escala												
ALTM	730	730	730	730	309	309	309	309	140	140	140	140
Decliv	50	50	50	50	26	26	26	26	10	10	10	10
NB	3	3	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0
AB	120	120	120	120	20	20	20	20	0	0	0	0
Meso-escala – Estruturais												
LCm	3.97	3.23	3.09	3.24	8.06		4.57	6.96		5.96	6.32	6.36
LCcv	31.40	29.86	40.20	27.10	32.30		32.25	24.29		23.12	10.45	14.68
LLAm	2.22	1.38	1.85	1.73	3.90		0.95	2.84		3.38	2.94	4.26
LLAcv	47.33	37.86	62.67	69.04	52.06		79.02	58.00		39.80	40.12	33.98
PROFm	11.19	7.41	5.14	8.52	15.57		3.86	10.76		12.63	6.69	16.98
PROFcv	92.40	44.24	120.40	84.39	39.16		106.10	52.34		36.42	55.49	20.40
VELm		0.26	0.07	0.27	0.32		0.05	0.17		0.27	0.09	0.36
VELcv		53.38	122.40	101.68	54.67		122.60	61.42		53.60	72.39	38.61
VAZm		0.021	0.003	0.017	0.171		0.004	0.042		0.094	0.016	0.264
VAZcv		45.20	144.91	67.17	77.44		147.29	74.21		33.64	94.07	61.04
ATT	80.15	52.37	66.87	65.88	155.10		36.80	111.00		137.30	113.40	169.38
VTT	8.97	8.15	3.44	4.88	24.14		1.89	4.29		11.70	12.20	28.77
< 2	11.36	22.08	12.40	17.50	3.75		8.47	1.67		3.33	4.92	6.67
2 - 7	20.91	23.33	20.66	22.50	24.17		14.83	30.83		31.67	17.21	16.67
7 - 25	49.09	35.42	38.02	35.83	25.83		30.93	42.50		34.17	22.95	20.00
25 - 50	14.09	9.17	9.92	7.50	23.33		22.88	22.50		18.33	20.49	20.83
50 - 75	1.82	0	2.48	5.83	8.33		8.47	2.50		6.67	4.10	16.67
75 - 100	0	0	0	0	2.50		5.08	0		0	20.49	3.33
> 100	2.73	10.00	16.53	10.83	12.08		9.32	0		5.83	9.84	15.83
Meso-escala – Limnológicas												
CE	35.8	6.8	32.6	35.7	48.0	8.2	43.3	42.5	59.7	10.0	58.4	51.1
D	15.00	5.45	18.20	3.02	19.00	10.00	21.80	4.53	26.00	15.90	27.30	11.60
PTT	< 0.01	0.02	0.09	0.04	< 0.01	0.03	0.07	0.03	< 0.01	< 0.01	0.08	0.05
MO	6.87	0.40	0.59	14.90	5.34	0.02	0.69	0.23	4.96	0.21	0.02	1.27
NTT	1.41	0.47	1.12	2.91	0.71	0.70	0.83	1.45	1.41	0.56	0.97	1.45
OD	8.70	9.29	8.64	7.90	8.20	9.72	9.07	7.81	8.60	11.00	9.72	8.53
ph	7.03	6.60	6.21	6.34	7.04	6.94	6.10	6.58	7.18	5.50	6.63	7.16
SDTT	250	58	63	41	146	72	91	82	103	68	27	52
SS	9	2.5	18	20	3	1.5	6	3	2	8	18	5
TURB	9.5	3.0	7.0	4.0	10.0	12.0	7.5	10.0	15.0	21.0	6.0	11.0
T°H ₂ O	17.0	13.0	14.0	15.0	20.0	14.5	15.0	18.0	21.0	15.0	13.0	19.0

Tabela 5. Relação das variáveis utilizadas na Análise de Correspondência Canônica e seus relativos valores intraset relacionados para os eixos 1 e 2. À esquerda são apresentadas as 29 variáveis utilizadas na primeira análise. À direita são apresentadas as 8 variáveis representativas dos conjuntos de variáveis obtidos pela análise de agrupamento. Abaixo das variáveis são apresentados os autovalores e percentuais obtidos para cada eixo. As variáveis marcadas com *** apresentaram multicolinearidade.

Variáveis	29 variáveis abióticas			8 variáveis abióticas			
	Eixo 1	Variáveis	Eixo 2	Variáveis	Eixo 1	Variáveis	Eixo 2
AB ***	0.947	VTT	0.634	AB	0.947	VTT	0.634
ALTM ***	0.845	ATT	0.597	> 100	0.236	OD	0.56
< 2 ***	0.795	OD	0.56	SS	0.224	TURB	0.537
Decliv	0.719	TURB	0.537	7 - 25	0.144	> 100	0.423
NB ***	0.436	50 - 75	0.536	PROFcV	0.138	SS	0.298
MO	0.289	> 100	0.423	OD	-0.046	AB	-0.298
LCcv ***	0.264	SS	0.298	VTT	-0.129	7 - 25	-0.492
> 100	0.236	D	0.064	TURB	-0.347	PROFcV	-0.612
SS	0.224	75 - 100	0.058				
7 - 25 ***	0.144	2 - 7	0.028				
PROFcV ***	0.138	< 2	0.02				
NTT	0.106	NTT	-0.091				
VELcv ***	0.087	T°H2O	-0.093				
PTT ***	0.044	Ph	-0.1				
pH ***	0.027	MO	-0.103				
2 - 7 ***	-0.045	PTT	-0.121				
OD ***	-0.046	AB	-0.298				
VAZcv ***	-0.055	CE	-0.311				
LLAcv	-0.056	25 - 50	-0.376				
VTT ***	-0.129	7 - 25	-0.492				
75 - 100 ***	-0.172	ALTM	-0.497				
SDTT ***	-0.214	VELcv	-0.545				
D ***	-0.235	SDTT	-0.554				
ATT ***	-0.287	VAZcv	-0.593				
50 - 75 ***	-0.311	PROFcV	-0.612				
CE	-0.322	LCcv	-0.629				
T°H ₂ O	-0.328	Decliv	-0.646				
TURB ***	-0.347	LLAcv	-0.787				
25 - 50 ***	-0.883	NB	-0.836				
Eigenvalues	1		0.496		1		0.496
Percentage	51.709		25.632		51.709		25.632
Cum. %	51.709		77.341		51.709		77.341
Cum.Constr. %	51.709		77.341		51.709		77.341
Spec.-env. Correlat.	1		1		1		1

FIGURAS

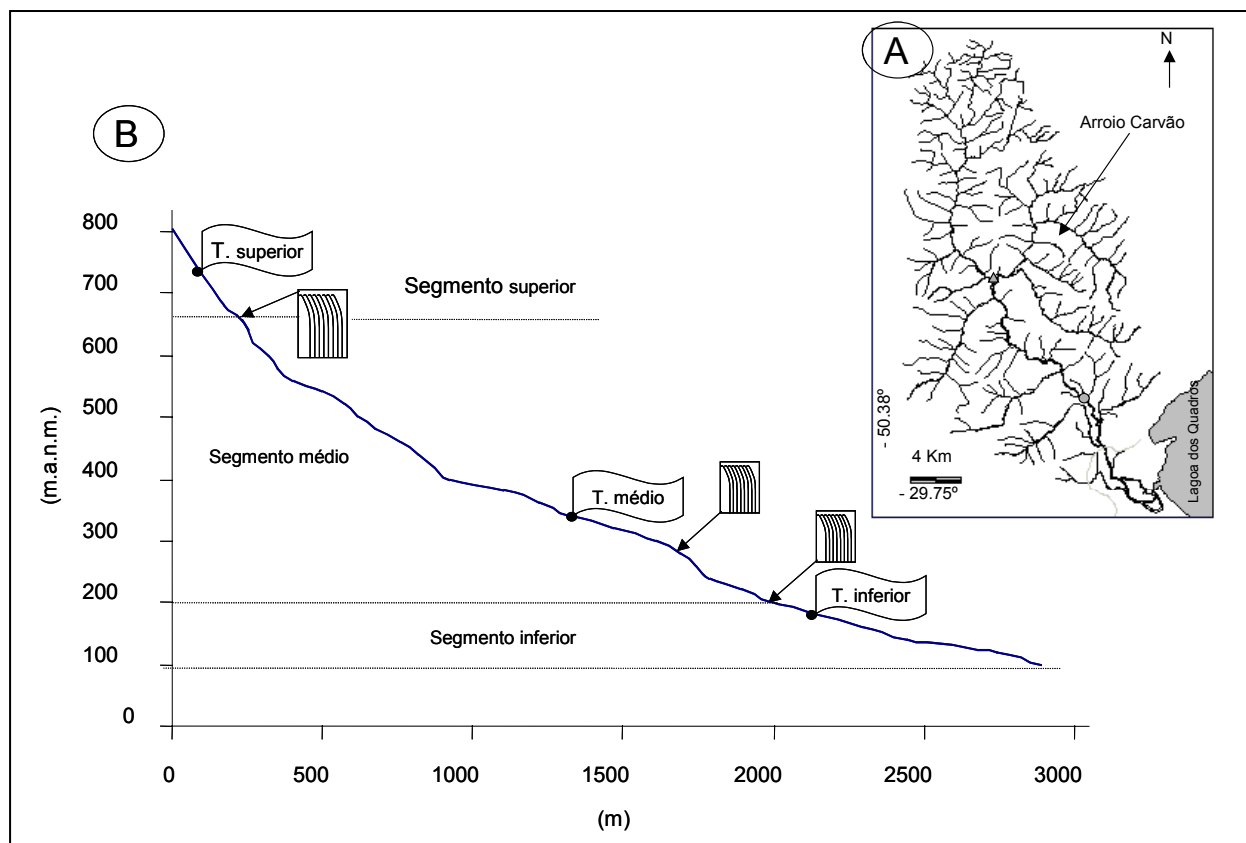


Figura 1. Área de estudo. A) localização da área de estudo na Bacia Hidrográfica do rio Maquiné. O triângulo aponta a sede do município de Maquiné e o círculo aponta o distrito da Barra do Ouro. B). perfil altitudinal da bacia hidrográfica do Arroio Carvão com a localização dos segmentos e trechos de amostragem e das cachoeiras que se distribuem pelo riacho.

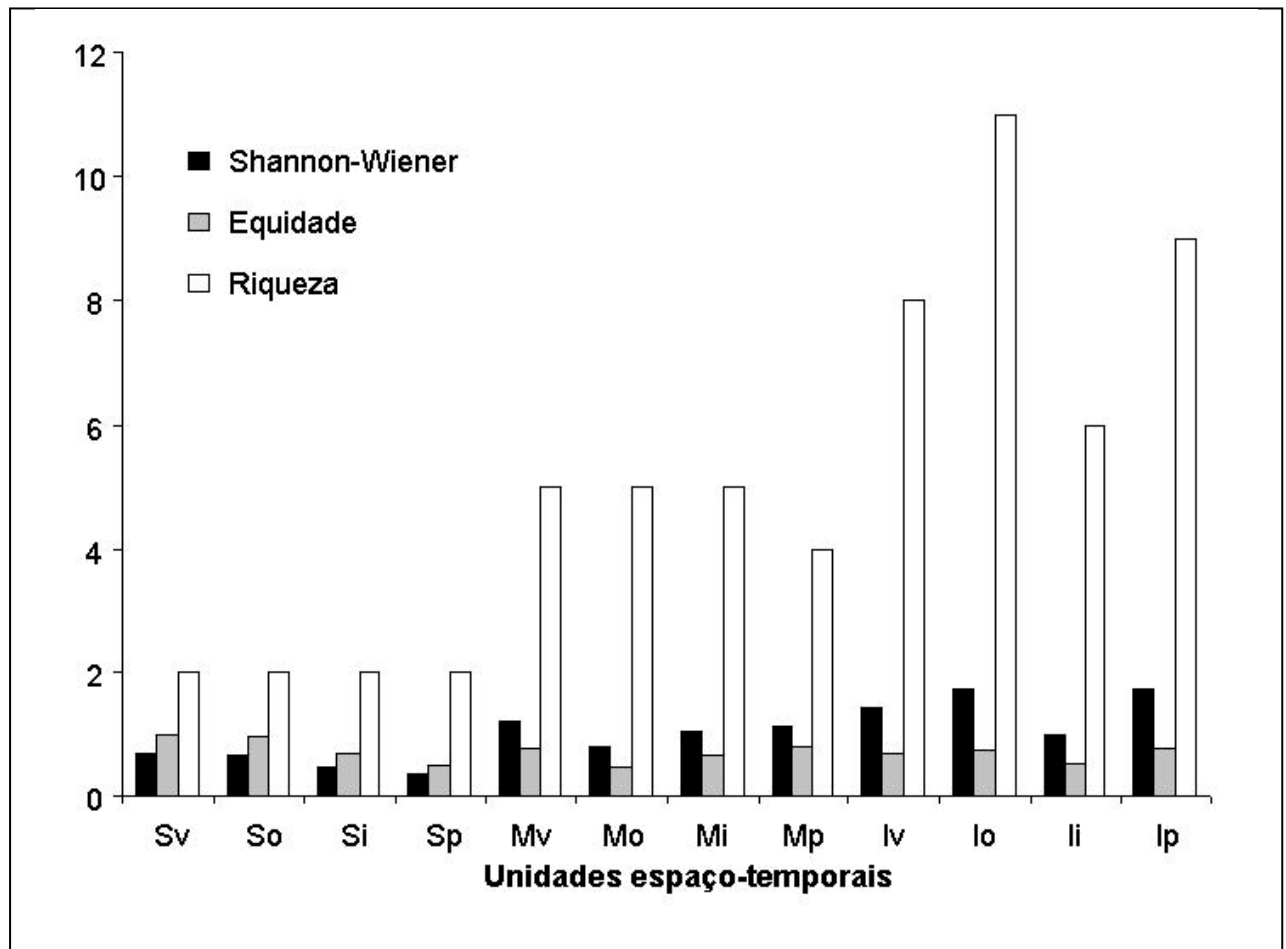


Figura 2. Comportamento dos padrões de riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e Equidade para a comunidade considerando as diferentes unidades espaço-temporais do Arroio Carvão. S: trecho Superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; v: verão; o: outono; i: inverno; p: primavera.

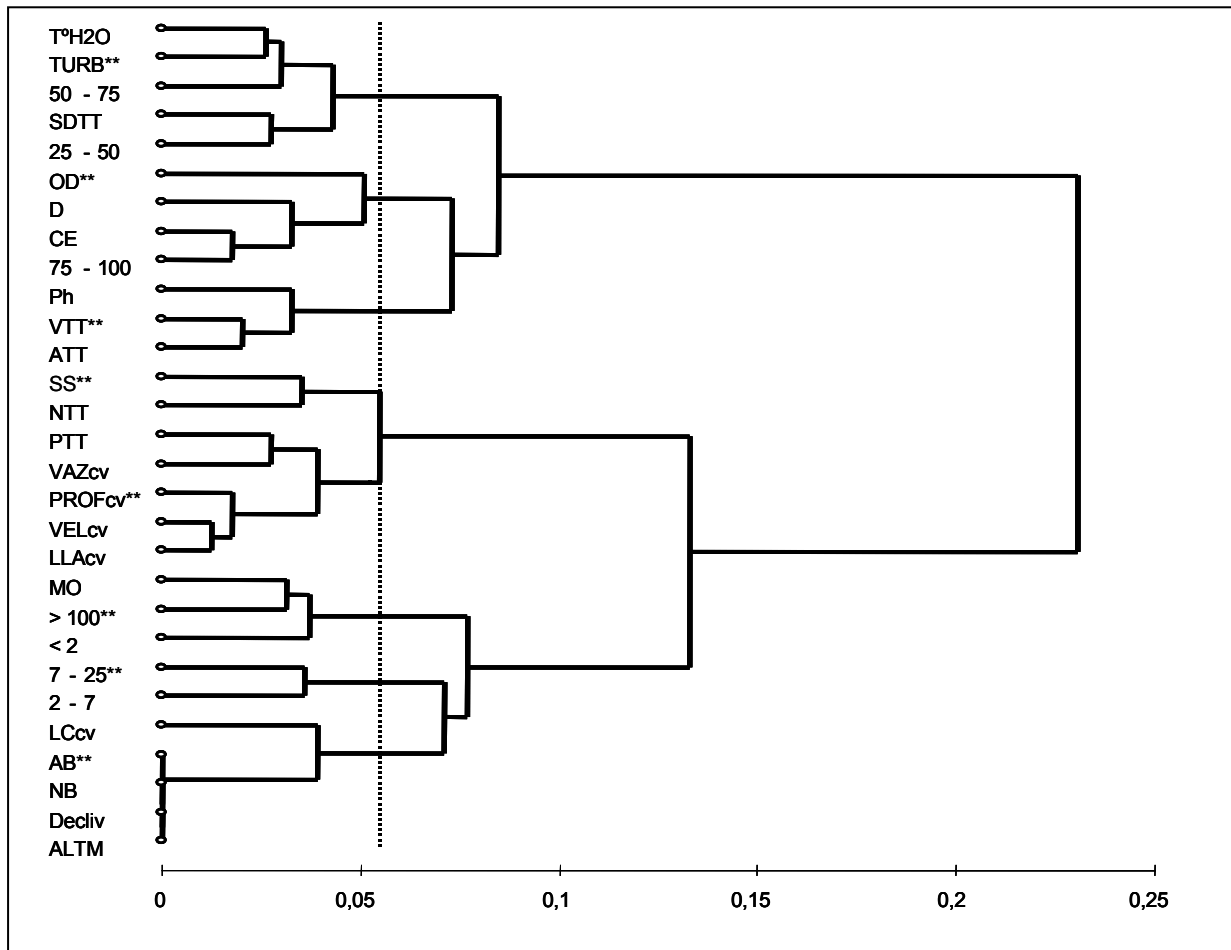


Figura 3. Dendrograma resultante da análise de agrupamento das 32 variáveis abióticas utilizadas na análise de correspondência canônica (CCA) para verificar a relação entre o meio e a comunidade aquática do Arroio Carvão. A linha tracejada define o corte do cluster e os 08 grupos de variáveis considerados. As variáveis assinaladas (**) foram utilizadas para representar o conjunto na CCA.

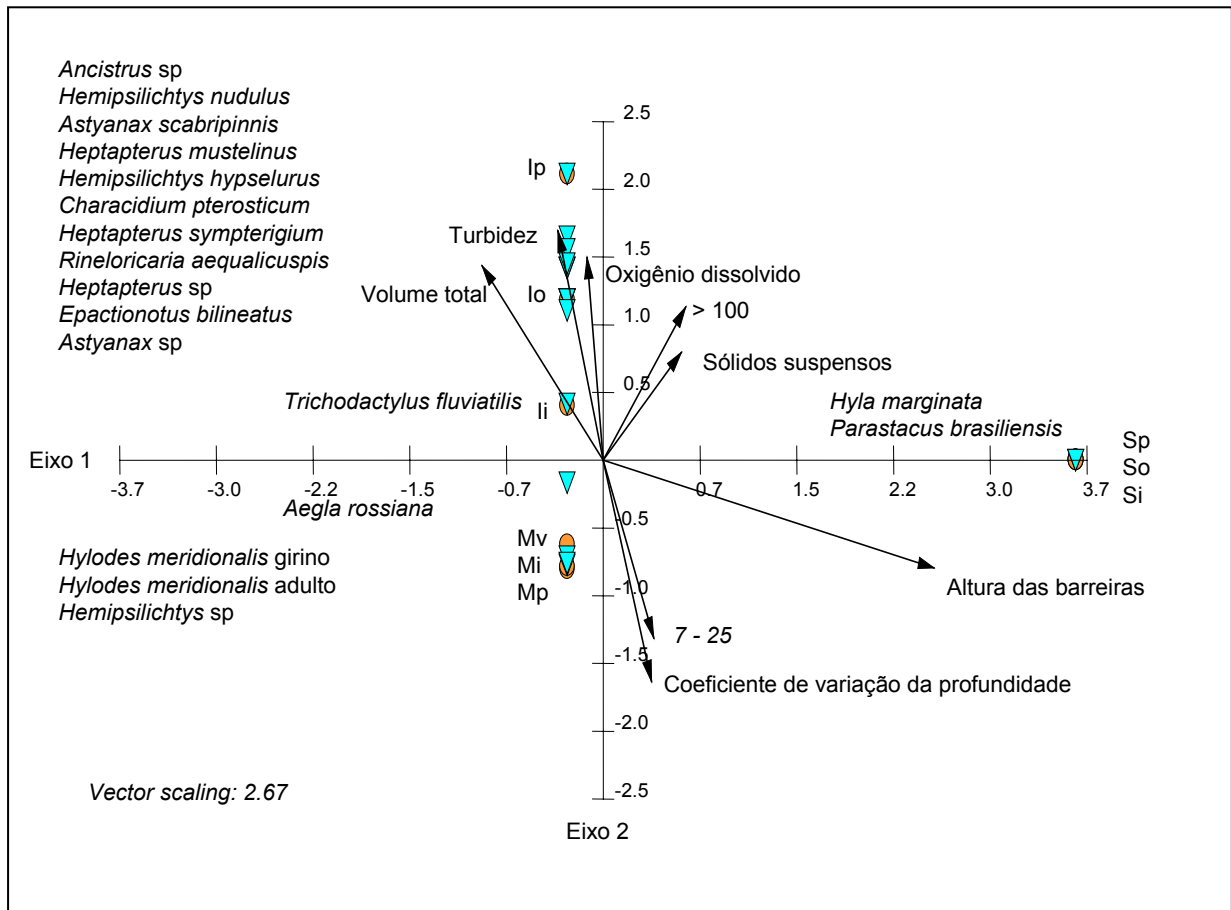


Figura 4. Gráfico da análise de correspondência canônica (CCA) apontando as características estruturais importantes em cada unidade espaço-temporal estudada no Arroio Carvão e sua influência na estrutura da comunidade. S: trecho Superior, M: trecho médio, I: trecho inferior; v: verão; o: outono; i: inverno; p: primavera. Círculos assinalam as unidades espaço-temporais e triângulos assinalam as espécies.

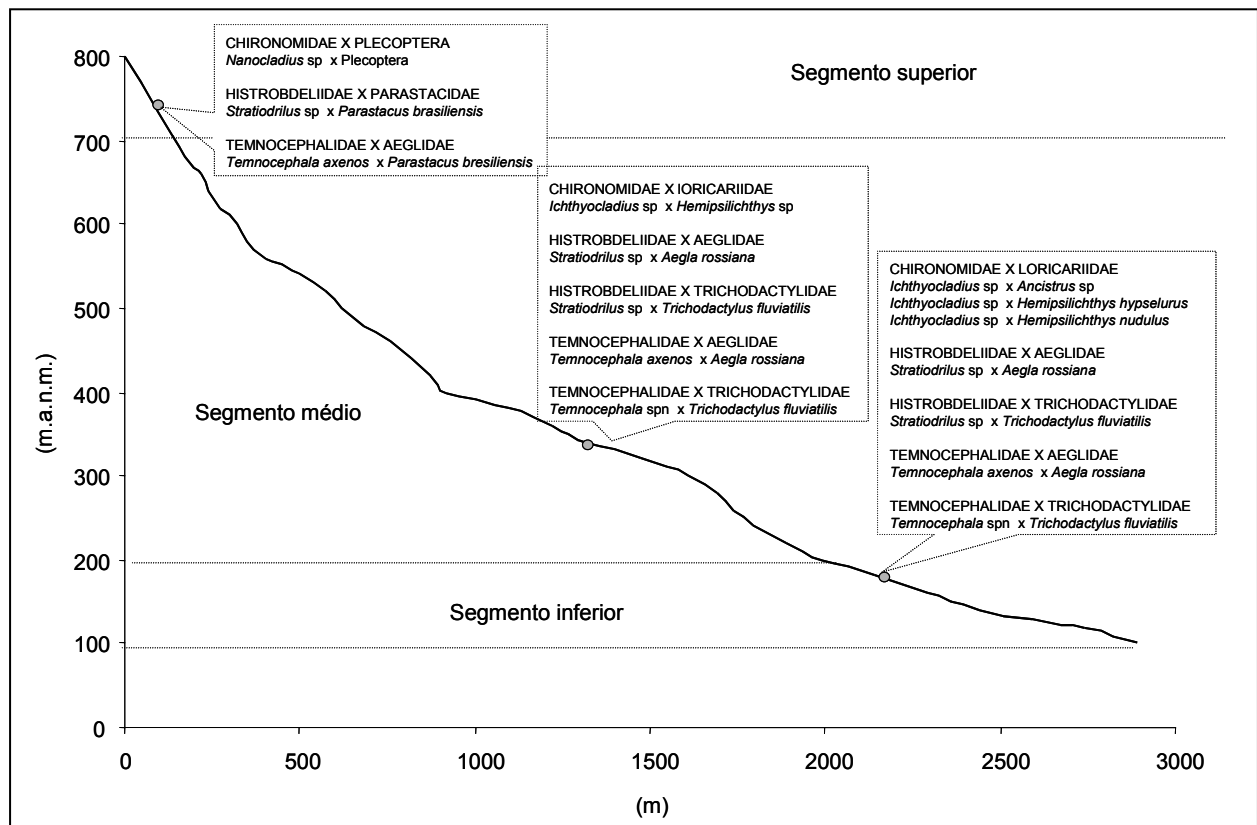


Figura 5. Perfil altitudinal do arroio Carvão em que são apontadas as relações de forese encontradas em cada trecho de amostragem. Por ordem sempre são apresentados os epibiontes e seus respectivos hospedeiros.

ANEXOS



Anexo 1. Cachoeira considerada limite entre os segmentos inferior e médio do Arroio Carvão.



Anexo 2. Demarcação do trecho longitudinal de 60 metros no segmento médio do Arroio Carvão. As fitas vermelhas assinalam distâncias regulares de 5 metros e orientam os procedimentos de amostragem.



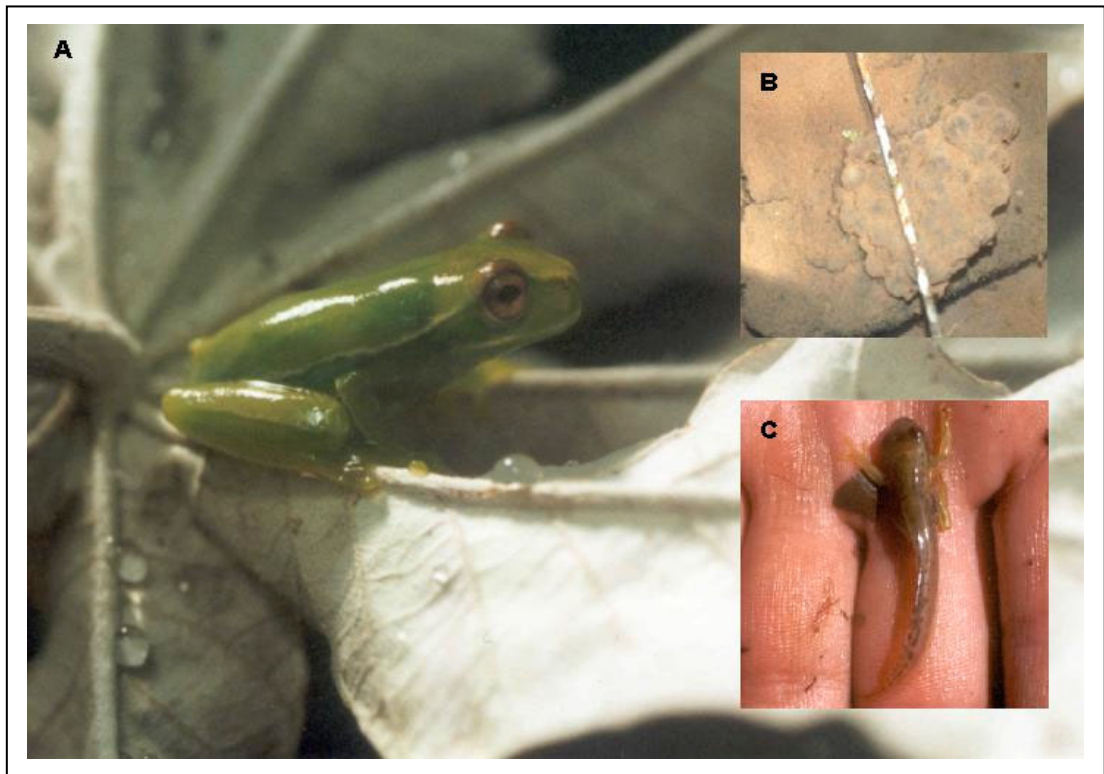
Anexo 3. Kick sampling method, método de coleta em que são perturbados os seixos à montante e dessa forma os organismos são deslocados em direção ao puçá, onde são colhidos.



Anexo 4. Lance de tarrafa empregado em poça no segmento inferior do Arroio Carvão a fim de obter dados complementares da composição de espécies.



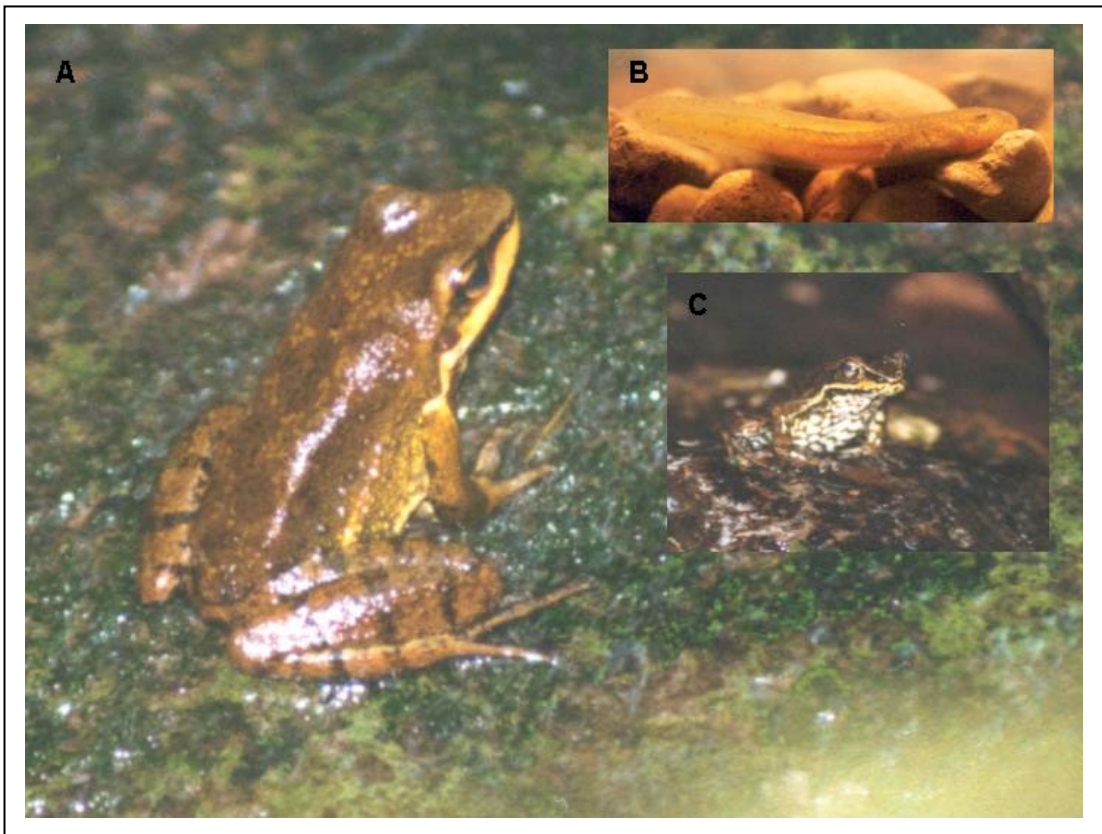
Anexo 5. Aspecto geral do Arroio Carvão. A: poça seguida de uma pequena queda, onde se destacam os tamanhos dos blocos de basalto; B: aspecto geral da conectividade da vegetação ciliar e da alternância de trechos de remansos e rápidos no segmento inferior.



Anexo 6. Diferentes estádios de desenvolvimento de *Hyla marginata* no Arroio Carvão. A: adulto recém formado; B: desova presa a graveto em remanso marginal do trecho superior; C: imago capturado no segmento médio do riacho.



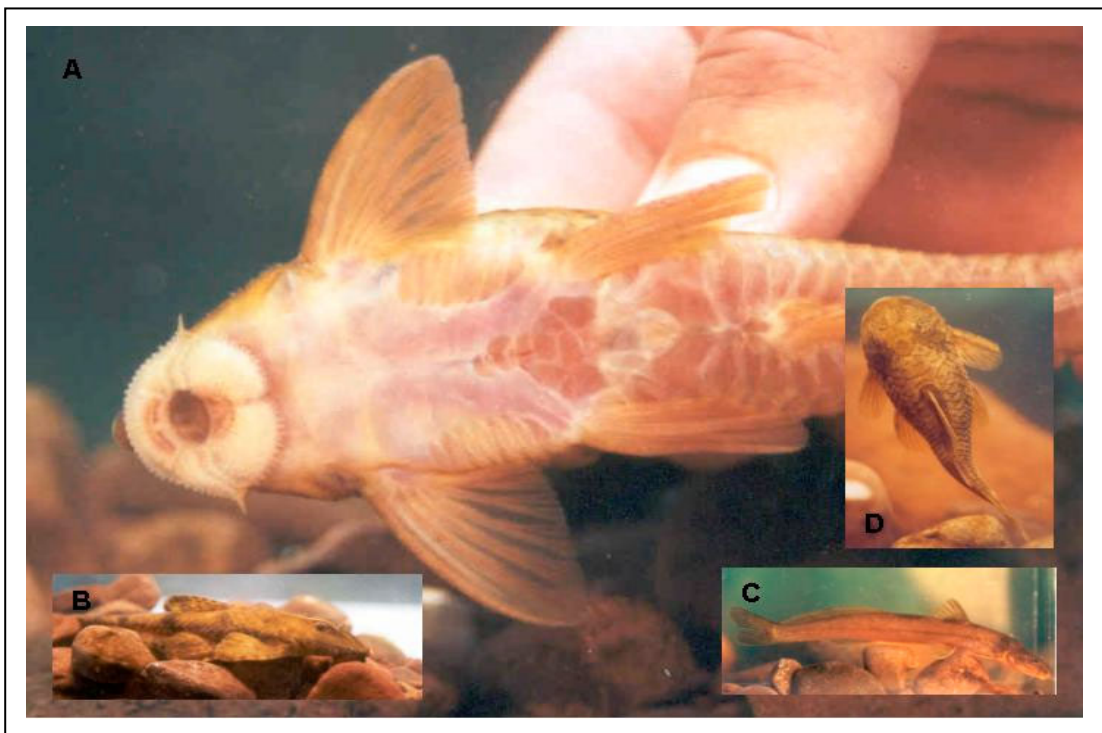
Anexo 7. *Parastacus brasiliensis* capturado no trecho superior do Arroio Carvão.



Anexo 8. Diferentes estádios de desenvolvimentos de *Hylodes meridionalis* no Arroio Carvão. A: adulto, vista dorso-lateral; B: girino; C: adulto, vista ventral.



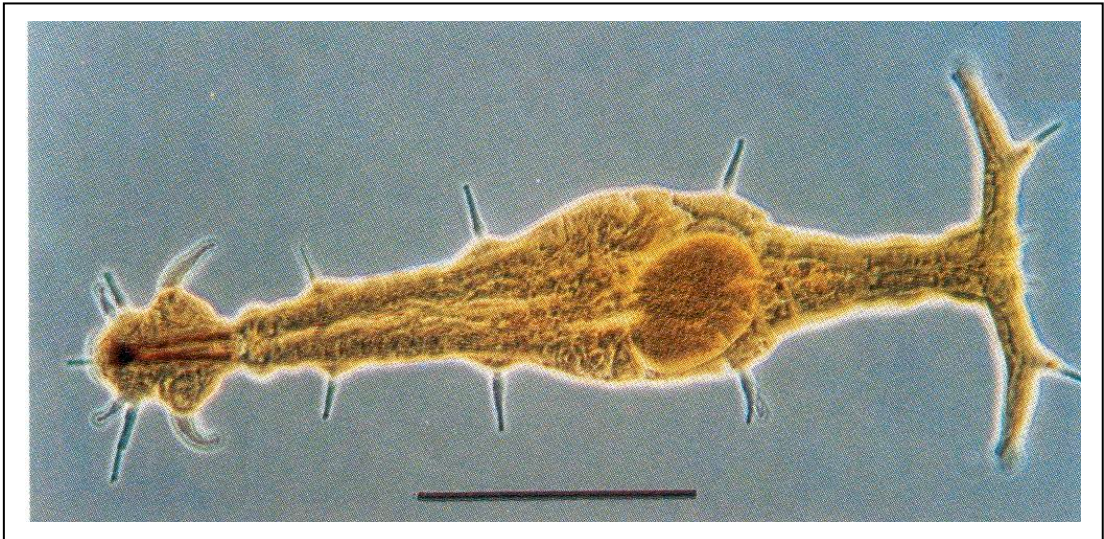
Anexo 9. *Hemipsilichthys* sp uma nova espécie para a ciência encontrada durante a realização deste estudo. Encontrado exclusivamente no segmento médio do Arroio Carvão.



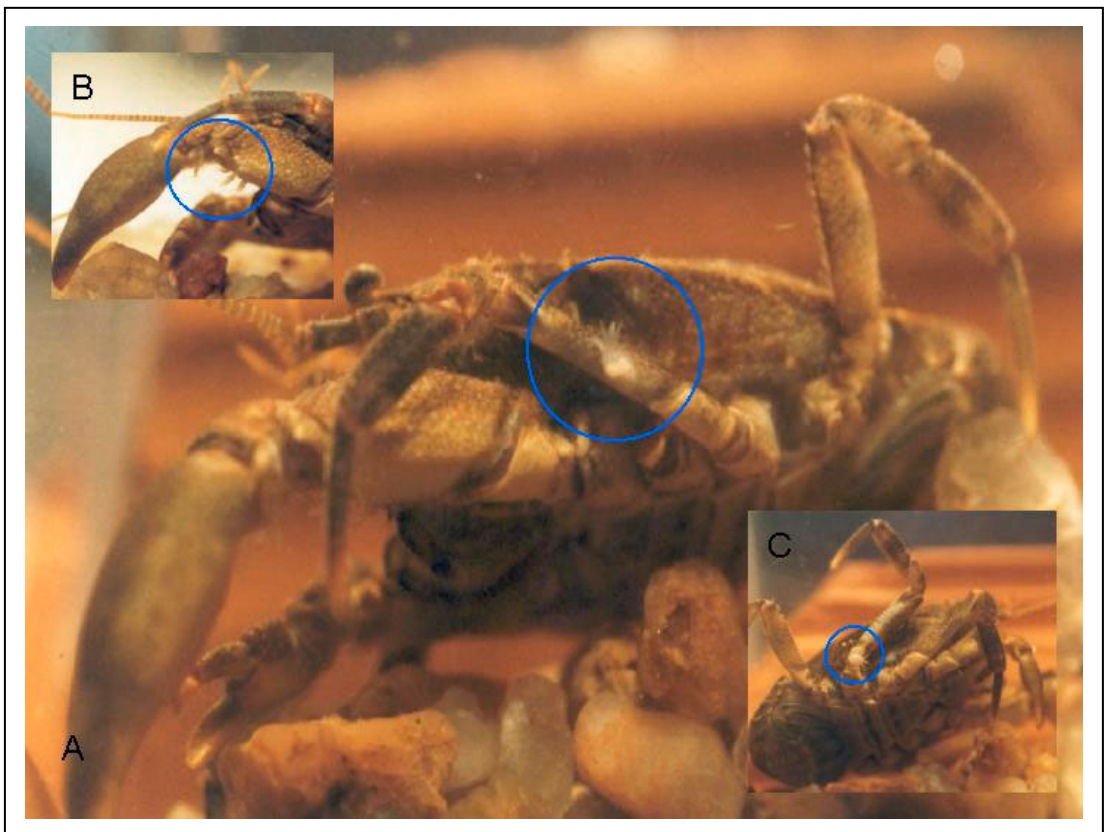
Anexo 10. Padrões morfológicos comumente encontrados na megafauna do Arroio Carvão. A: achatamento ventral, boca ventral, nadadeiras pares posicionadas lateralmente ao corpo (*Rineloricaria aequalicuspis*); B: achatamento dorso-ventral do corpo (*Rineloricaria aequalicuspis*); C: corpo enguiliforme e boca terminal (*Heptapterus mustelinus*); D: corpo fusiforme (*Hemipsilichtys* sp.).



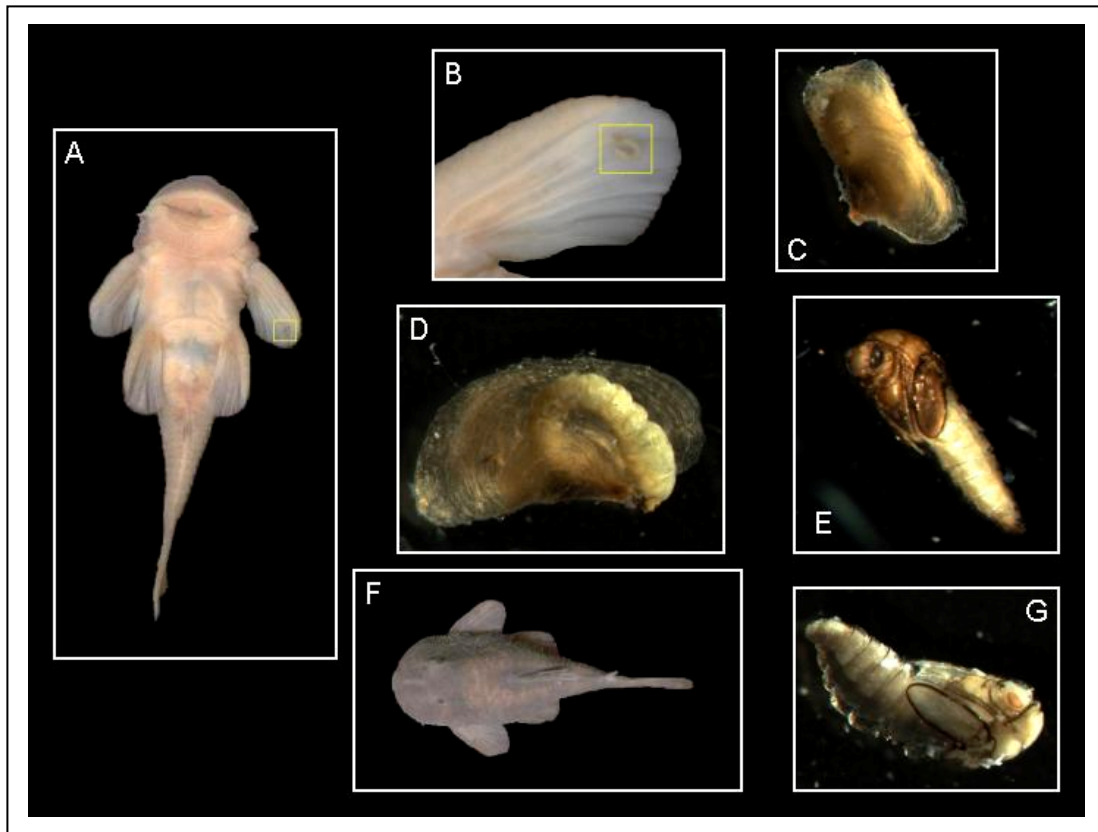
Anexo 11. *Trichodactylus fluviatilis* encontrado no Arroio Carvão. A: animal encontrado escalando a cachoeira que limita os segmentos inferior e médio do riacho; B: fêmea carregando seus ovos.



Anexo 12. Fêmea de *Stratiodrilus vilae* encontrado em associação a *Aegla rossiana* e *Parastacus brasiliensis* no Arroio Carvão. Barra de escala 300 μ m (extraído e modificado de Amato, 2001).



Anexo 13. Temnocephala axenos associado a *Aegla rossiana* nos segmentos médio e inferior do Arroio Carvão. A: 4 indivíduos fixados próximos ao aparelho bucal do crustáceo; B, C: indivíduo de Temnocephala axenos preso à pata de *Aegla rossiana*; C: ovos de Temnocephala axenos presos à carapaça do crustáceo.



Anexo 14. *Ichthyocladus* sp associado à *Hemipsilichtys hypselurus*. A: larva presa à face ventral da nadadeira peitoral de *Hemipsilichtys hypselurus*; B detalhe; C: vista dorsal do pupário construído pela larva para proteção da pupa; D: vista ventral do pupário em que se observa a larva de *Ichthyocladus* sp protegida; E, G: aspectos da pupa; F: vista dorsal de *Hemipsilichtys hypselurus*.



Anexo 15. Larva de *Nanocladius* sp associada à ninfa de Plecoptera (Perlidae) no trecho superior do Arroio Carvão.

APÊNDICES

Apêndice 1.

Normas para o envio de publicação para o periódico

Hydrobiologia

Hydrobiologia

The International Journal on Limnology and Marine Sciences
As of 2000, incorporating 'International Journal of Salt Lake Research'

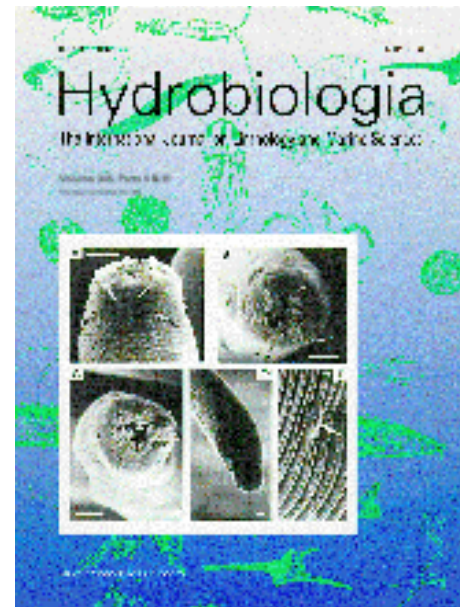
Hydrobiologia publishes original articles in the fields of limnology and marine science. THERE IS NO PAGE CHARGE, provided that manuscript length, and number and size of tables and figures are reasonable (see further). To avoid long tables, species lists, and other protocols, authors may deposit such material with any official repository and indicate this in the text. The National Technical Information Service of the U.S.A. is an example, but authors may select an institution of their choice, with the only restriction that their data must be available for free consultation.

The book series *Developments in Hydrobiology* reprints verbatim, but under hard cover, the proceedings of specialized scientific meetings which also appear in *Hydrobiologia*, with the aim of making these available to individuals not necessarily interested in subscribing to the journal itself. The proper citation of such volumes (which do not constitute a double publication) is 'Hydrobiologia/Dev. Hydrobiol. In addition, *Developments in Hydrobiology* also publishes monographic studies, handbooks, and multi-author edited volumes on aquatic ecosystems, aquatic communities, or any major research effort connected with the aquatic environment, which fall outside the publishing policy of *Hydrobiologia*, but are printed in the same format and follow the same conventions. Guest editors of such volumes should follow the guidelines presented below and are responsible for all aspects of presentation and content, as well as the refereeing procedure and the compilation of an index.

Prospective editors of special, subject-oriented volumes of *Hydrobiologia/Developments in Hydrobiology* are encouraged to submit their proposals to the editor-in-chief.

The scope of *Hydrobiologia* includes river, lake and ocean physics, hydrochemistry, palaeolimnology and palaeoceanology, methodology, taxonomy, parasitology, biogeography, and all aspects of theoretical and applied aquatic

ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution



.Not acceptable are: purely technological papers, and all biochemical and physiological work that, while using aquatic biota as test-objects, is unrelated to limnological and marine biological problems or ecosystems. Equally unacceptable are papers that address problems of interest to a local readership only. Authors are encouraged to make clear in a cover letter why they think their paper is of interest to an international audience.

All papers should be written in English.

Three categories of contributions are published:

[1.] Research papers: 5-25 printed pages long, including tables, figures and references to the literature.

[2.] Short notes or comments on recently published papers: 2-4 pages long and presenting concise information on timely topics, or criticising presumed errors or shortcomings in recently published research papers. An abstract and key words are required. These short papers will be given priority.

[3.] Review papers and taxonomic revisions: this category accomodates long papers (25-75 printed pages) at a rate of maximum one per volume. Prospective authors should consult with the editor before submitting a long manuscript, either directly or through a member of the editorial board. Review papers may have quotations (text and illustrations) from previously published work. Authors are responsible for obtaining copyright clearance wherever this applies.

Editorial policy

For the purpose of refereeing, papers for publication should be submitted initially as hard copy (fourfold) to:

The Journals Editorial Office (HYDR)
Kluwer Academic Publishers
Manufacturing Department
P.O. Box 990
3300 AZ Dordrecht
The Netherlands

The three identical copies should be printed recto-verso to reduce the bulk, and figures and tables should be mounted on A4-size paper. Manuscripts not conforming to this rule will not be eligible for review.

The eventual supply of accepted-for-publication papers in their final form on MS-DOS or Apple Macintosh diskettes in one of the major wordprocessing formats (including LaTeX), along with a duplicate hard copy version, will help to expedite publication}.

A LaTeX style file can be obtained from the Publishers:

<http://www.wkap.nl/authors/jrnstylefiles/>

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Manuscripts which are substandard in this respect (**see below for more information**) will be returned to their authors without review. Such manuscripts can be resubmitted only after all necessary adjustments have been made.

Papers which conform to journal scope and style are sent to referees. The editor-in-chief decides on acceptance or rejection on the basis of the reports submitted by the referees, the members of the editorial board, and the subsequent revisions by the author(s). *Hydrobiologia* endeavours to publish any paper within 6--8 months *after acceptance*. To achieve this, the number of volumes to be published per annum is readjusted periodically (25 volumes are scheduled for 1998). Referees are invited to attach a measure of priority to papers submitted. Papers which contain

important discoveries will be given high priority, and will normally appear within four months of acceptance.

Subject-oriented issues

Frequently a breakthrough in a certain study area generates much interest, and considerable research, in a short period of time. *Hydrobiologia* devotes some of its issues (c. 90 pp, or 10 papers on average) to such topical work, for which a guest editor, taking responsibility over quality and length of the individual papers, is appointed. Members of *Hydrobiologia*'s editorial board will normally attract such collections of papers, but any member of the scientific community may feel free to contact the editor-in-chief, should he (she) have a proposal of interest to make. Special issues will not be reprinted under hard cover, but each contributing author will receive a copy of the issue, in addition to his (her) usual offprints.

Preparing the manuscript

Manuscripts should conform to standard rules of English grammar and style. Either British or American spelling may be used, but consistently throughout the article.

Conciseness in writing is a major asset. It greatly improves the readability of a paper. Since competition for space is keen (the rejection rate for 1981-87 was c. 50%), wordiness, ambiguous statements, vague expressions, long series of adjectives, and passive instead of active tense should be avoided. Authors are also warned against a sloppy use of scientific expressions. Examples are the use of such terms as physico-chemistry (of water), where physical *and* chemical properties are meant and not the physical chemistry of water, the use of parameter (a calculated quantity) instead of variable (a measured quantity), etc. Non-Anglo-Saxon authors should remember that in English ten thousand is written 10,000 while ten, exact to three decimals, is written 10.000.

The Council of Biology Editors Style Manual (4th edition, 1978; available from the Council of Biology Editors, Inc., 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA) is recommended as a vademecum for matters of style and form.

The ORIGINAL plus THREE COPIES (of the manuscript, tables and artwork should be submitted. The original should be typewritten, free of errors and handwritten corrections, double spaced throughout, typed on only one side of the paper, with wide (2-3 cm) margins on either side. *A correctly prepared type-written page should contain about 350 words.* Two such pages reduce to one journal page (not including illustrations). It is not essential to submit the originals of the figures with the first version of the text.

White paper of good quality and standard size (21 x 29 cm) should be used. Airmail and onionskin paper are not acceptable. Word-processed manuscripts should be laser-printed. Dot (matrix) printed copies are difficult to read, and will be returned.

The contents of manuscripts should be well organized. Page one should show the title of the contribution, name(s) of the author(s), address(es) of affiliation(s) and up to six key words, while the abstract should appear on page two. The body of the text should begin on page three. It should be free of footnotes and divided into sections and subsections.

A typical organization might look as follows:

- Introduction
- Description of sites studied
- Materials and Methods

- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgements
- Tables
- Figure captions

Names of plants and animals and occasional expressions in Latin or Greek should be typed in italics. All other markings will be made by the publisher.

Tables

Tables are more expensive to typeset than text, and should therefore be used only when really necessary. Tables should not duplicate figure and *vice versa*. They should be numbered consecutively in Arabic numerals, and bear a descriptive legend on top. They are to be presented individually, on separate sheets of white paper. Authors should fit tables in one (7.5 cm wide) or two columns. Foldouts will be rejected.

Vertical rules are not to be used, and horizontal lines should be kept to a minimum. See below for unit abbreviations.

Approximate locations for tables and figures should be indicated in the left margin of the text.

Figures

Kluwer Academic Publishers accept electronic submission of figures. Preferred file formats are TIFF (Tagged Image File Format) and Encapsulated Post-Script (resolution between 300 and 600 dpi), but figures in other electronic formats may also be used. File names should not be longer than 8 characters. A printout of all figures should be supplied with the hard copy manuscript.

All figures should be numbered in pencil in Arabic numerals, either on top or on the back, and identified by the author's name. The top of the figure should also be indicated. Figure captions should be grouped on a separate sheet(s) of paper, appended to the manuscript. Do not type captions on the figures themselves.

While originals will always give a better quality reproduction than photographs, the latter may be used for graphs, situation maps, and similar subjects. Photographs should be page-size, on glossy paper, and with good contrast, especially in the case of S.E.M. and T.E.M. micrographs.

For finer artwork, e.g. illustrations of new or little known species, originals are preferred.

Colour photographs will not be accepted unless the author agrees to pay for the cost.

The lettering and scales on graphs and figures should be clear and of professional quality. In particular, they should be so designed as to remain readable after reduction. Ordinates should be labeled inside the graph, or with vertically oriented words. If figures (and tables) are distinctly substandard, a paper may be returned to its author(s) without review. The secretariate of *Hydrobiologia* is, however, prepared to act as an intermediary for authors who

have no access to the services of a professional artist, in which case they will be charged by the artist directly.

The number of figures should be reasonable and justified; if more than 20% of an article is taken up by illustrations, the publishers may charge the extra cost(s) to the author(s).

Contributors are encouraged to submit a photo or illustration to be considered for publication on the cover of the journal.

Note: References in text to figures and tables should be indicated, for example, as follows: (see Fig. 1), (as shown in Table 1).

Quantities, units, symbols, and their abbreviations

Standard international units (the S.I. system) are, in principle, the only ones acceptable.

For guidance, we list the seven basic, and some derived quantities and units hereafter.

1. Basic quantities, units, and their symbols

Quantity Unit Symbol Wrong (derived) symbols or wrong abbreviations

length meter m micron, μ , mile, foot, in. mass kilogramme kg(*1) kgr, ounce, .. time second s(*2) sec electrical current ampere A temperature kelvin K(*3) light intensity candela cd amount of matter mole mol(*4) additional basic quantities plane angle radian rad space angle steradian sr.

(*1) The gramme, g, equals 10^{-3}kg and is a widely used unit of mass, although only the kg has a definition as a basic unit in the S.I. system.

(*2) In wide use, and bearing separate names, are the following multiples of the second minute (min), hour (h), day (d), year (annum): (y, yr, a).

(*3) The practical unit is the degree Celsius (C), which equals the thermodynamic or Kelvin unit, and is related to it temperature-wise as follows: $t = T - T_0$ with $T_0 = 273.15 \text{ K}$.

(*4) The dimension of the mole is that of a number, of a given entity, which is to be specified (molecules, atoms, ions...). In practical water chemistry, the concentration of matter (mol m^{-3}) is used, and often not distinguished from the mole itself.

2. Some decimal prefixes for S.I.-units

peta - P - 10^{15}
tera - T - 10^{12}
giga - G - 10^9
mega - M - 10^6
kilo - k - 10^3
deci - d - 10^{-1}
centi - c - 10^{-2}
milli - m - 10^{-3}
micro - μ - 10^{-6}
nano - n - 10^{-9}
pico - p - 10^{-12}
femto - f - 10^{-15}

3. Some derived SI-units with and without a name, and their symbols

Unit Symbol Wrong unit or symbols Comments

surface square meter m² acre are (a) and hectare (ha) are tolerated. volume cubic meter m³ gallon the volume taken by 1 kg of water is 1 dm³, but liter (l) is tolerated, as well as ml (cm³), but not cc speed temp- meter per m s⁻¹ knots, miles per hour erature second gradient Celsius per C m⁻¹ meter luminance candela per cd m⁻² square meter concentra- mole per mol m⁻³ in ionic tion of cubic meter balances, matter of meq l⁻¹ substance B (C_B) force newton N = kg m s⁻² dyne pressure pascal Pa = Nm⁻² bar, atm, torr, mm hg, mm H₂O...(4) energy, joule j = Nm cal, kWh, erg, work,(*3) HP, CV.. amount of heat power watt W = Js⁻¹ frequency hertz Hz = s⁻¹ cycles, c sec⁻¹ electrical coulomb C = As charge electrical volt V = WA⁻¹ tension electrical ohm Ω = VA¹ resistance electrical siemens S = Ω⁻¹ mho, mho cm⁻¹ in freshwater, conductance the range is mostly in the μS range light flux lumen lm = cd sr illumination intensi- lux lx = cd sr m⁻² ty(*1) radioacti- bequerel Bq = s⁻¹ 1 Curie (Cu) = 37.10⁹ ty(*2) Bq absorbed gray Gy = J kg⁻¹ rad = 10⁻² GY dose(*2) (of radia- tion) equi- valent ab- sorbed dose(*2) Sievert Sv = J kg⁻¹ rem = 10⁻² Sv

(*1) The lux (lm m⁻²) is only used for illumination intensity (vernacularly called 'light intensity'), and not for emittance, which has the same dimension and is expressed as lm m⁻² but without a proper name.

(*2) J kg⁻¹ is to be used for electromagnetic radiation of less than 30 MHz; Gy and Sv have the same dimension. For Sv, it is the effect of the radiation which matters.

(*3) For measurements of photosynthesis, the Einstein unit (E) (dimension kJ mol⁻¹) is acceptable.

4. Combined expressions in text, tables and figures

Combined expressions in text, tables and figures are preferably presented using negative exponents. Examples are given in the table below.

Preferred	Rejected
g C m ⁻² h ⁻¹ grC/m ² /h kg m ⁻² s ⁻¹ kg[.]m ² [.]s ⁻¹ kg[.]m ⁻² [.]s ⁻¹ kg/m ² /s meq l ⁻¹ meq/l, meq/L, meq/L ⁻¹ ... ‰, g l ⁻¹ , g kg ⁻¹ ppt μg l ⁻¹ , μg kg ⁻¹ ppb mg l ⁻¹ ppm	

5. Chemicals symbols

Ions: P³⁻₄ is preferred over PO₄⁻ - Fe²⁺ is preferred over Fe⁺⁺

Do not use degrees to express water hardness, nor CaO, MgO, etc., in water analysis.

Equivalents (or milliequivalents) and moles (or millimoles) are both acceptable, if properly defined.

Compounds: more and more abbreviations are being introduced for various chemical compounds. Some, like DO, BOD, COD are widely known. Authors are urged to give a full statement of the meaning of each abbreviation when first used in the text. Such usage is compulsory for less familiar acronyms such as TDS, DOP, DOM, POM, etc. Excessive use of such abbreviations is not encouraged.

6. Biological nomenclature

Authors are urged to comply with the rules of biological nomenclature, as expressed in the International Code of Zoological Nomenclature, the International Code of Botanical Nomenclature, and the International Code of Nomenclature of Bacteria.

As far as animals (but not plants) are concerned *Hydrobiologia* will NOT print any infrasubspecific categories (var., forma, and similar categories) in a taxonomical sense.

Authors are urged to check the correct spelling of all scientific names appearing in their texts. When a species name is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of its describer should also be given. In later citations, the genus name may be abbreviated to its first letter followed by a period, and the describer's name may be omitted.

7. Chemical nomenclature

The conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry, and the recommendations of the IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be applied.

8. Descriptions of new taxa

The description of a new taxon, whether plant, protist, or animal, should be taken seriously. Descriptions and illustrations should be detailed, and types (holotype and paratypes) must be clearly indicated, author's collections as repositories of holotypes (and/or allotypes) are unacceptable, as are university and local institutes' collections. No papers introducing taxonomic novelties will be accepted, unless accession numbers of types in *internationally recognized repositories* are supplied in the paper. Iconotypes will be accepted only if an author can convincingly demonstrate that preservation of holotypes and paratypes is impossible or pointless. In addition, *Hydrobiologia* requires that, by submitting taxonomical papers, authors consent in supplying voucher material to referees, should these so request. The editor-in-chief will see to it that such specimens are channelled to the proper experts.

References to the literature

1. Citation in the text:

Use the name and year system: Adam (1983) or (Adam, 1983). For two authors, use ampersand (&): Adam & Eve (1982), not Adam and Eve or Adam et Eve. For more than two authors, use et al.: Adam et al. (1982). If repeated use is made, at short intervals, of the same reference, use Adam, *loc. cit* or Adam, *op. cit.* from the second citation onwards. Do not cite initials, unless homonyms occur: 'A. B. Adam (1982) and C. D. Adam (1890) have shown ...'. Initials, if used, should precede family names. Initials can also be used in the case of personal communications (pers. com.) or communications by letter (in litt.), which need not be repeated in the reference list. References can also be made to a particular page, table or figure in any published work, as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, Fig. 2).

2. Citation in the list of references:

The list of references should be headed 'References', not 'Literature cited', 'Bibliography', etc. All publications cited in the text, and only these, should be listed, alphabetically. Per single author, references are to be arranged chronologically. If an author published several papers in the same year, they should appear as Adam, 1980a, 1980b, ... This also applies to citations in the text. If an author has published both alone and with (a) co-author(s), the papers which he authored alone should be ranked first, followed by the ones with one co-author alphabetically after the name of the co-authors (not chronologically), followed by the ones with two co-authors, etc.

Initials of first names of second and subsequent authors should precede family names:

Adam, G. C., B. F. Brown & C. D. Jones, 1995. Natural selection. *Hydrobiologia* 125: 301-314.

Prospective authors are urged to give attention to details of punctuation in this example. Compound names: alphabetization by first word of the family name is preferred (thus, Von Stroheim, Van Straelen should appear under V, De Ridder and Du Plessis under D). Authors should carefully check and conform to capitalization and spacing in such names. For non-European names, where the use of a family name is substituted by other systems (as in the Arabian and in several Asiatic cultures), authors are requested to indicate clearly on their manuscript which name they wish to use as the homologue to a family name.

Publications should always be cited in their original language, except if in a non-Latin alphabet. In the latter case, a Latin letter-by-letter transliteration is preferred, but an English translation of the title may be added with the original language indicated between square brackets at the end of the reference.

Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication *and* if at least a year of publication, and a volume number of a journal can be added. Unpublished, internal reports are not acceptable in reference lists, unless they are available for general distribution and can be freely consulted by the scientific community. Publication of a paper is sometimes considerably delayed, so that the year appearing on the published volume does not correspond to reality. If such cases do occur, they may be indicated as follows: Brown (1974) 1976.

Avoid the use of 'Anonymous'. If no author is ascertainable, list reference by name of sponsoring body, or name of editor.

In a continuous series of article citations from a single journal, do not use '*ibid.*' instead of the journal abbreviation.

Do not use underlining in the list of references.

3. Journal citations and abbreviations

3.1. If the title of a journal is a single word, *do not* abbreviate. Examples: Behaviour, BioScience, Ecology, Experienta, Growth, Hydrobiologia, Limnologica, Photosynthetica, Nature, Science. Do not insert a comma between the name of the journal and the volume number.

3.2. Journals and book series that appear on a regular basis should be abbreviated (example 1). Several systems are in use but *Hydrobiologia* uses a standard which is based on the 'World List of Scientific Periodicals', published by Butterworths, London, with certain simplifications. A type list of abbreviations covering most of the current journals in limnology and marine science is given below.

Many other abbreviations can be composed from these examples. If authors feel uncertain about a journal abbreviation that does not appear in the list, they may cite the journal in full, and indicate this in pencil in the margin. The editor will then see to abbreviating the journal in question.

Note in particular that adjectives are never capitalized, except when they are the first word of a journal's title. This includes names of countries (e.g. american = am., not Am.) and of persons (e.g. linnean = linn., not Linn.). Abbreviated words are followed by a period (Journal = J.), contracted words are not (Board = Bd, not Bd.); Doctor = Dr, not Dr.).

Notations such as Vol., nr., pp., and number of figures and tables are superfluous and should be dropped (see example of Adam et al., supra).

Issue numbers should be added only (between brackets) if every single issue starts at page one. Volume numbers should be expressed by Arabic numbers. No Latin numbers are permitted.

If editorial corrections to a reference list are needed (which is nearly always the case), and of minor importance, the editor's office will see to them without prior consultation with the authors. Authors should not change editor's corrections at the proof stage.

JOURNAL ABBREVIATIONS} \\ \hline Acta hydrobiol. & Bot. mar. & Exp. Cell Res. \\[-1pt] Acta trop. & Bot. Notiser & Fauna arct. \\[-1pt] Acta zool. & Bot. Rev. & Fish. Bull. U.S.A. \\[-1pt] Acta zool. fenn. & Bot. Tidsskr. & Folia geobot. phytotax. \\[-1pt] Adv. ecol. Res. & Br. J. exp. Biol. & Folia limnol. scand. \\[-1pt] Am. J. Bot. & Br. phycol. Bull. & Freshwat. Biol. \\[-1pt] Am. Midl. Nat. & Bull. am. Mus. nat. Hist. & Gew"ass. Abw"ass. \\[-1pt] Am. Nat. & Bull. biol. Fr. Belg. & Helgol"ander wiss. Meeresunters. \\[-1pt] Am. Zool. & Bull. envir. Contam. Toxicol. & Holart. Ecol. \\[-1pt] Analyt. chim. Acta. & Bull. Fish. Res. Stat. Ceylon & Hyacinth Cont. J. \\[-1pt] Analyt. Chem. & Bull. Fish. Res. Bd Can. & Hydrobiol. Bull. \\[-1pt] Ann. Biol. lac. & Bull. fr. Piscic. & Indian J. Limnol. \\[-1pt] Ann. bot. fenn. & Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. & Int. Rev. Cytol. \\[-1pt] Ann. Fac. Sci. Marseille & Bull. I.F.A.N. & Int. Rev. ges. Hydrobiol. \\[-1pt] Ann. Hydrobiol. & Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole & Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. \\[-1pt] Ann. Limnol. & Bull. mar. Sci. & Israel J. Zool. \\[-1pt] Ann. Mus. r. Afr. c., Zool. & Bull. Mus. Hist. nat. Marseilles & Jap. J. Limnol. \\[-1pt] Ann. Sp"el"eol. & Bull. Mus. natn. Hist., Paris & Jap. J. Parasitol. \\[-1pt] Ann. Stat. c. Hydrobiol. appl. & Bull. natn. Sci. Mus., Tokyo & Jap. J. Wat. Pollut. Res. \\[-1pt] Ann. appl. Biol. & Bull. Soc. r. Bot. Belg. & J. agric. Sci. Moscow \\[-1pt] Ann. Bot. & Bull. Soc. zool. Fr. & J. agric. Sci. Peking \\[-1pt] Ann. ent. Soc. Am. & Cah. Biol. mar. & J. agric. Sci. Tokyo \\[-1pt] Ann. Mag. nat. Hist. & Cah. O.R.S.T.O.M., s"er. Hydrobiol. & J. am. Wat. Wks Ass. \\[-1pt] Ann. N.Y. Acad. Sci. & Calif. Fish. Game & J. anim. Ecol. \\[-1pt] Ann. Rev. Ent. & Can. J. Bot. & J. appl. Ecol. \\[-1pt] Ann. Rev. Pl. Physiol. & Can. J. Earth Sci. & J. ass. offic. agric. Chem. \\[-1pt] Ann. s. afr. Mus. & Can. J. Fish. aquat. Sci. & J. Bact. \\[-1pt] Ann. trop. Med. Parasit. & Can. J. Microbiol. & J. biophys. biochem. Cytol. \\[-1pt] Ann. Rev. Ecol. Syst. & Can. J. Res. & J. Bot., Paris \\[-1pt] Antarct. J. U.S. & Can. J. Zool. & J. Cell Biol. \\[-1pt] Appl. envir. Microbiol. & Carib. J. Sci. & J. cell. comp. Physiol. \\[-1pt] Aquat. Bot. & Ceylon J. Sci. & J. Cell Sci. \\[-1pt] Arb. biol. Wolga Stat. & Comp. Biochem. Physiol. & J. Cons. perm. int. Explor. Mer \\[-1pt] Arch. Biol. & C. r. Acad. Sci., Paris (= C.r. hebd. S"eanc. & J. Ecol. \\[-1pt] Arch. envir. Contam. Toxicol. & \quad Acad. Sci., Paris) & J. econ. Ent. \\[-1pt] Arch. Hydrobiol. & C. r. S"eanc. Soc. Biol. (=C.r. Soc. Biol.) & J. Embryol. exp. Morph. \\[-1pt] Arch. Math. Naturv. & C. r. somm S"eanc. Soc. Biog"eogr. (=C.r. Soc. & J. envir. Qual. \\[-1pt] Arch. Mikrobiol. & \quad Biog"eogr.) & J. exp. mar. Biol. Ecol. \\[-1pt] Arch. Zool. exp. g"en. & C. R. Trav. Lab. Carlsberg & J. exp. Zool. \\[-1pt] Arch. zool. ital. & Crit. Rev. Microbiol. & J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. \\[-1pt] Ark. Zool. & Curr. Sci. & J. Fish Res. Bd Can. \\[-1pt] Atti Soc. tosc. Sci. nat. & Curr. Top. dev. Biol. & J. gen. Microbiol. \\[-1pt] Aust. J. mar. Freshwat. Res. & Deep Sea Res. & J. Great Lakes Res. \\[-1pt] Aust. J. Zool. & Denkschr. med. naturw. Ges. Jena & J. Insect Morph. Embryol. \\[-1pt] Aust. Zool. & Dokl. Akad. Nauk SSSR & J. Landscape Ecol. \\[-1pt] Bact. Rev. & Econ. Bot. & J. linn. Soc. Bot. \\[-1pt] Beitr. neotrop. Fauna & Ekol. pol. & J. linn. Soc., Zool. \\[-1pt] Bijdr. Dierk & Ent. am. & J. mar. biol. Ass. U.K. \\[-1pt] Biochem. J. & Envir. Biol. Fishes & J. mar. Res. \\[-1pt] Biol. Bull. & Envir. Ent. & J. moll. Stud. \\[-1pt] Biol. J. linn. Soc. & Envir. Pollut. & J. Morph. \\[-1pt] Biol. Rev. & Envir. Sci. Technol. & J. nat. Hist., Lond. \\[-1pt] Biol. Jaarb. & Estuar. coast. mar. Sci. & J. Palaeolimnol. \\[-1pt] Boll. zool. ital. & Evol. Biol. & J. Parasitol. \\end{tabular} } \\end{table*} \\newpage \\begin{table*} \\caption[]{} \\{footnotesize \\begin{tabular} {lll} J. Phycol. & Phil. Trans. r. Soc., Lond. & Trans. am. Fish. Soc. \\[-1pt] J. Plankton Res. & Physiol. Pl. & Trans. am. phil. Soc. \\[-1pt] J. Protozool. & Physiol. Rev. & Trans. br. mycol. Soc. \\[-1pt] J. r. microsc. Soc. & Physiol. Zool. & Trans. Kans. Acad. Sci. \\[-1pt] J. r. Soc. West. Aust. (= J. Proc. r. Soc. & Pl. Cell. Physiol. & Trans. Proc. bot. Soc. Edinb. \\[-1pt] \quad West. Aust.) & Pol. Arch. Hydrobiol. & Trans. r. Soc. S. Afr. \\[-1pt] J. theor. Biol. & Proc. Acad. nat. Sci. Philad. & Trans. r. Soc. S. Aust. \\[-1pt] J. Wat. Pollut. Cont. Fed. & Proc. biol. Soc. Wash. & Trans.

Wis Acad. Sci. Arts Lett. J. zool. Soc. India & Proc. Boston Soc. nat. Hist. & Verh. dt. zool. Ges. J. zool. Soc. Lond. & Proc. k. ned. Akad. Wet. & Verh. int. Ver. Limnol. J. Zool., Lond. (= Proc. zool Soc. Lond.) & Proc. linn. Soc. Lond. & Vie Milieu Kieler Meeresforsch & Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A. & Wat. Air Soil Pollut. Limnol. Oceanogr. & Proc. zool. Soc. Beng. & Wat. Pollut. Contr. Mar. Biol. & Proc. zool. Soc. Calcutta & Wat. Res. Mar. Biol. ann. Rev. & Proc. zool. Soc. Lond. & Z. angew. Ent. M^{em}. Inst. sci. Madagascar & Publ. Ont. Fish. Res. Lab. & Z. Fisch. Mem. Ist. ital. Idrobiol. & Rec. zool. Surv. India & Z. Morph. Okol. Tiere M^{em}. Mus. natn. Hist. nat., Paris & Rev. Hydrobiol. trop. & Z. Morph. Tiere Microb. Ecol. & Rev. Soc. mex. Hist. nat. & Z. Okol. Tiere Mitt. hamb. zool. Mus. Inst. & Rev. suisse Zool. & Z. wiss. Zool. Mitt. int. Ver. Limnol. & Rev. Zool. bot. afr. & Zool. Anz. Monit. zool. ital. & Riv. Biol. & Zool. Beitr. Nat. can. & Schweiz Z. Hydrol. & Zool. Bidr. Upps. Natuurwet. Tijdschr. & Sber. k. Akad. Wiss. Wien & Zool. Jb. Anat. Ontog. Tiere Neth. J. Sea Res. & Smiths. Contr. Zool. & Zool. Jb. Syst. Okol. Geogr. Tiere New Phytol. & S. West Nat. & Zool. Mag. New Scientist & Symp. Soc. exp. Biol. & Zool. pol. Norw. J. Ent. & Syst. Zool. & Zool. Rec. Notul. Nat. & Terre Vie & Zool. Scr. Oceanol. Acta & Trans. r. Soc. Edinb. & Zool. Verh., Leiden Opusc. ent. & Trans. r. Soc. N.Z.

3.3. Edited symposia, special volumes or issues, etc., published in a periodical.

Author(s), year of publication. Title of paper. In editor(s), title of special volume, periodical (abbreviated, cf. supra), vol: pp. (example two).

3.4. Books

Author(s), year, Title. Publisher, city, pp. (example three).

3.5. Multi-author books

Author(s) of chapter, year, title of chapter. In editor(s), title of book. Publishers, city: pp.

Examples

Baker, J. H. & I. S. Farr, 1977, Origins, characterisation and dynamics of suspended bacteria in two chalk streams. Arch. Hydrobiol. 80: 308-326.

Dussart, B. H., 1980. Copepodes. In Durand, J. R. & C. Leveque (eds), Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahel-soudanienne, 1. O.R.S.T.O.M., Paris. Documn. Techqs 44: 333-356.

Hutchinson, G. E., 1975. A Treatise on Limnology, 3. Wiley & Sons, New York, 660 pp.

Starkweather, P. L., 1980. Behavioral determinants of diet quantity and diet quality in *Brachionus calyciflorus*. In Kerfoot, W. C. (ed.), Evolution and Ecology of Zooplankton Communities. The University Press of New England, Hanover (N.H.): 151-157.

Revising a manuscript

Most manuscripts require at least one round of revisions before being accepted for publication. The original manuscript, and two copies of the revised manuscript, should be returned to the editor. In a cover letter, author(s) should explain how they handled the suggestions and criticisms of the reviewers. A point-by-point explanation will facilitate the decision-making process by the editor.

IMPORTANT NOTE: Manuscripts returned to authors should be revised and sent back to the editorial office within a period of six months. After that, they will be treated as *new* manuscripts.

Final recommendations

Before mailing a manuscript to *Hydrobiologia/Developments in Hydrobiology*, proofread the final version thoroughly and correct any outstanding errors. In particular, check the spelling of all scientific terms, Latin names of animals and plants, figure captions, tables (Are all units S.I.? Is all lettering properly composed and will it be readable after reduction? Are all numerical values and mathematical symbols exact?). Make certain that every reference is correctly abbreviated and appears both in the text and reference list. If possible, ask a colleague to read your text as well. He or she might capture errors or ambiguous statements that have escaped your attention.

To those scientists whose use English as a foreign language, we strongly recommend that their manuscript be read by a native English-speaking colleague. While the latter have the advantage of being able to write in their native language, the former must definitely measure up, and the editors will, reluctantly, refuse to review papers that are written in faulty language.

Offprints

Fifty offprints of each article will be provided free of charge. Additional offprints can be ordered when proofs are returned to the publishers.

Copyright

The communicating author of each paper accepted for publication will receive a Consent-to-Publish/Copyright form to sign and return to the Publisher as a prerequisite for publication. This form provides an opportunity for an author to retain copyright if so desired. However, authors are advised to assign copyright to the Publisher for reasons explained on the form.

Statement of exclusive submission

The first page should include the following statement: "This paper has not been submitted elsewhere in identical or similar form, nor will it be during the first three months after its submission to *Hydrobiologia*."

Permissions

It is the responsibility of the author to obtain written permission for a quotation from unpublished material, or for all quotations in excess of 250 words in one extract or 500 words in total from any work still in copyright, and for the reprinting of illustrations or tables or poems from unpublished or copyrighted material.

Additional information

Additional information can be obtained from:

Kluwer Academic Publishers

Hydrobiologia

P.O. Box 17

3300 AA Dordrecht

The Netherlands

Fax: +31-(0)78-6576254

Tel: +31-(0)78-6576244

Kluwer Academic Publishers Online

Visit our website at <http://www.wkap.nl>

Apêndice 2.

Normas para o envio de publicação para o periódico

Freshwater Biology

Erro! Argumento de opção desconhecido.

Instructions for Authors

Submission of Manuscripts

Three copies of each manuscript should be sent to the appropriate Editor as listed below:

Regular papers (Northern Hemisphere)

*Professor A G Hildrew
School of Biological Sciences
Queen Mary & Westfield College
London, E1 4NS
UK*

Regular papers (Southern Hemisphere)

*Professor C R Townsend
Department of Zoology
University of Otago
PO Box 56
Dunedin
New Zealand*

Applied issues

*Professor R K Johnson
Department of Environmental Assessment
Swedish University of Agricultural Sciences
PO Box 7050
S-75007
Uppsala
Sweden*

Special and Thematic issues

Enquiries and proposals should be addressed to:

*Dr M Gessner
Department of Limnology
EAWAG
Ueberlandstrasse 133
CH 8600 Duebendorf
Switzerland*

[Production Editor](#)

The text should be typed on one side of the paper, double spaced, with ample margins.

(a) *Title page*. This should include the title, list of authors' names, institute or laboratory of origin, name, postal address and email address of the author to whom proofs should be sent, an abbreviated title for use as a running head line and five keywords, which should be relevant for literature searching and each normally comprising not more than two words.

(b) *Summary*. All papers should include a summary, in short numbered paragraphs, limited to about 3% of the length of the text. This should provide a concise statement of the scope of the work and its principal findings and be fully intelligible without reference to the main text.

(c) *Introduction*. This should contain a clear statement of the reason for doing the work, outlining essential background information but should not include either the results or conclusions.

(d) *Methods*. This should be concise but provide sufficient details to allow the work to be repeated.

(e) *Results*. This should not include material appropriate to the Discussion.

(f) *Discussion*. This should highlight the significance of the results and place them in the context of other work.

(g) *Acknowledgments*.

(h) *References*.

(i) *Tables*.

(j) *Figure legends*.

(k) *Illustrations*. The original drawings should not be sent until the Editor requests them.

Scientific names

The complete scientific name (genus, species and authority) should be cited for every organism when first mentioned except that the authority should not be given in the title or summary. Tables are often useful in collating specific names and, if used in this way, should be referred to early in the text. Subsequent to its first appearance in the text, the generic name may be abbreviated to an initial except where intervening references to other genera would cause confusion. Common names of organisms, if used, must be accompanied by the correct scientific name on first mention. Latin names should be italicized.

Abbreviations and units

Full names with uncommon abbreviations must be given with the first mention; new abbreviations should be coined only for unwieldy names and should not be used at all unless the names occur frequently. In the title and summary unusual abbreviations should be identified, in the introduction and discussion they should be used sparingly. SI units are preferred. Contributors should consult the Royal Society pamphlet *Quantities, Units and Symbols* (1975) and the IBP pamphlet *Quantities Units and Symbols for IBP Synthesis* (1975).

Tables, figures and illustrations

Each table must be typed on a separate sheet, with a fully informative caption as a heading. Tables should be numbered consecutively with Arabic numerals. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. Vertical lines should not be used to separate columns. All illustrations (including photographs) are classified as figures and should be numbered consecutively.

Figures and their lettering/numbering should be suitable for 50% reduction and should be drawn or grouped so that on reduction they will fit within the type area (165 x 220 mm). A copy of all figures should be provided showing details of all lettering and numbering required.

Authors are encouraged to submit artwork electronically where possible and to follow closely the instructions for submission to be found at www.blackwell-science.com/electmed/digilla.htm.

Please save vector graphics (e.g. line artwork) in Encapsulated Postscript Format (EPS), and bitmap files (e.g. half-tones) in Tagged Image File Format (TIFF). Halftones should have a resolution of at least 300 d.p.i. and line drawings at least 800 d.p.i. Ideally, vector graphics that have been saved in metafile (.WMF) or pict (.PCT) format should be embedded within the body of the text file. Even when electronic material is available original drawings, good glossy prints or laser printed diagrams should also be provided for the printers in case the electronic file is unreadable.

Any hand-drawn figures should be in Indian Ink on good quality drawing paper, strong tracing paper or faint ruled graph paper, not bigger than A4 size.

Legends to figures should be typed in sequence on a separate sheet. In the full-text online edition of the journal legends may be truncated in abbreviated links to the full screen version. Therefore the first 100 characters of any legend should inform the reader of key aspects of the figure.

Each table and figure should have the author's name and the number written on the back in pencil.

The approximate position of table and figures should be indicated in the margin of the typescript.

Colour illustrations

The charges for inclusion of colour illustrations are as follows: £370 (plus VAT at 17.5%) for each page of colour. A paper cannot be put into production before a signed Colour Work Agreement form is received from the author. This should be submitted to the editor with the final version of the accepted manuscript. The form should be [downloaded](#) from our Web site (alternatively it is available from the editor).

References

References should be made by giving the author's name with the year of publication in parentheses. When reference is made to a work by three authors all names should be given when cited for the first time and thereafter using only the first name and adding *et al.*; for four or more authors the first name followed by *et al.* should be used on all occasions. If several papers by the same author and from the same year are cited, a, b, c, etc., should be put after the year of publication. References should be listed in alphabetical order at the end of the paper in the following standard form:

Seddon B. (1972) Aquatic macrophytes as limnological indicators. *Freshwater Biology*, **2**, 107-130.

Titles of journals should not be abbreviated. Unpublished material, except for PhD theses, should not be included among the references.

Disks

The editor will request submission of accepted articles, including any artwork (see above), on disk. An accurate hardcopy, including figures, must accompany each disk, together with details of the type of computer used, the software employed, and the disk system if known (a form will be supplied for the submission of such information). Particular attention should be

taken to ensure that articles submitted in this way adhere exactly to the journal style in all respects. Further details can be found at www.blackwell-science.com/electmed/authors.htm.

Copyright

Authors should send a completed [Copyright Assignment Form](#) to the editor together with the final version of their accepted manuscript. Publication cannot proceed without assignment of copyright.

Proofs

Proofs will be sent via e-mail as an Acrobat PDF (portable document format) file. The e-mail server must be able to accept attachments up to 4 MB in size. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following Web site:

<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>

This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs.

Offprints

Fifty offprints of each paper are supplied free and sent to the author responsible for ordering the offprints. Additional copies may be purchased and should be ordered when the proofs are returned. Offprints are sent out about 6 weeks after publication.