

## **OECOLOGIA BRASILIENSIS**

Callisto, M. & F.A. Esteves 1998. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central (Brasil). pp. 223-234. In Nessimian, J.L. & A.L. Carvalho. E. (eds). *Ecologia de Insetos Aquáticos*. Series Oecologia Brasiliensis, vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

---

# **CATEGORIZAÇÃO FUNCIONAL DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM QUATRO ECOSISTEMAS LÓTICOS SOB INFLUÊNCIA DAS ATIVIDADES DE UMA MINERAÇÃO DE BAUXITA NA AMAZÔNIA CENTRAL (BRASIL)**

CALLISTO, M. & F. A. ESTEVES

### **Resumo:**

O objetivo desta pesquisa foi estudar a categorização funcional em guildas tróficas (fragmentadores, coletores, raspadores e predadores) das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos igarapés Saracá, Caranã, Água Fria e um trecho do rio Trombetas sob influência das atividades de uma mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará (1°25' e 1°35' S e 56°15' e 56°25' W). As amostragens foram realizadas nos períodos de chuvas e seca dos anos de 1994 e 1995 em três estações amostrais em cada ecossistema. Os resultados obtidos contribuem para o melhor entendimento dos padrões de estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos quatro ecossistemas estudados.

Palavras-chave: macroinvertebrados bentônicos, grupos funcionais, Amazônia, mineração de bauxita.

### **Abstract:**

**“Functional feeding groups of benthic macroinvertebrates of four lotic ecosystems influenced by the activities of a bauxite mine in Central Amazonia (Brazil)”**

The aim of this research was to investigate the functional feeding groups (shredders, collectors, grazer-scrappers and predators) of benthic macroinvertebrate communities of “igarapés” Saracá, Caranã, Água Fria and a section of Trombetas river influenced by the activities of a bauxite mine in Porto Trombetas, Pará, Brazil (1°25' and 1°35' S and 56°15' and 56°25' W). The samples were taken on dry and rainy seasons of the years 1994 and 1995 on three sample stations in each ecosystem. The results obtained contribute for the best knowledge of benthic macroinvertebrate community structure on those four ecosystems.

Key-words: benthic macroinvertebrates, functional feeding groups, Amazonia, bauxite mine.

## Introdução

O estudo de uma comunidade biológica natural pode ser conduzido em vários níveis. Em um extremo é comum formular perguntas sobre toda a comunidade enfocando diferentes aspectos como as relações entre densidade/espécies, diversidade específica, teias alimentares e fluxo de energia (MAY, 1973). No outro extremo, pode-se investigar sobre os efeitos individuais de algumas espécies sobre outras, e sobre a influência de alguns fatores no controle de presença e ausência de espécies particulares. No contexto dos níveis de organização de uma comunidade, com seus vários níveis tróficos, e as espécies, está o útil conceito de guilda. Aplicada em ecologia, a noção de guilda é recente, proposta por ROOT (1967), apesar da idéia essencial ter sido anteriormente formulada, em outras palavras, por ELTON (1927).

A utilização pelos ecólogos do termo guilda trata-se de uma analogia entre grupos de espécies relacionadas funcionalmente e as guildas medievais (COLINVAUX, 1993). A analogia utilizada e traduzida para a ecologia aborda espécies que subsistem de um mesmo conjunto de recursos. O valor do conceito aplicado em ecologia deve-se ao fato de que as guildas podem ser definidas de certa forma independentemente das espécies que as compõem. Esta abordagem possibilita realizar comparações mais ou menos detalhadas da organização funcional de diferentes comunidades, especialmente quando não formadas por espécies comuns.

Guilda trófica pode ser definida como o conjunto de populações que subsistem utilizando um mesmo conjunto de recursos (MARGALEF, 1989) ou, segundo ODUM (1985), grupos de espécies, com papéis e dimensões de nichos comparáveis dentro de uma comunidade. Assim, o reconhecimento das guildas tróficas pode basear-se principalmente no tipo de dieta apresentado pelos **taxa** e, em alguns casos, no comportamento alimentar (hábito) associado ao substrato no qual o alimento está disponível.

Assim, a guilda é uma unidade conveniente para pesquisas sobre interações entre espécies, porém também pode ser tratada como uma unidade funcional na análise de comunidades, tornando assim desnecessário considerar-se toda e cada espécie como uma entidade separada (ODUM, 1985).

O conceito de guildas pode ser reprodutivo, como tem sido extensivamente utilizado em peixes (BALON, 1975a, 1975b; BRUTON & MERRON, 1990), morfo-comportamental (DAHL *et al.*, 1988; CORKUM & CIBOROWSKI, 1988), classes de tamanho (SPRULES, 1984), ou trófico (CALLISTO, 1996). Os grupos funcionais de CUMMINS (1973; 1974) são guildas tróficas que classificam macroinvertebrados em rios onde estes grupos utilizam os mesmos recursos de uma maneira morfo-comportamental similar (SIMBERLOFF & DAYAN, 1991). Por outro lado, KING *et al.* (1988) demonstraram ser inapropriado aplicar as designações de tipos de hábitos alimentares de MERRITT & CUMMINS (1984) para **taxa** com distribuição geográfica distante.

Segundo as considerações de AGUIARO & CARAMASCHI 1998, a avaliação da biomassa presente em cada guilda trófica possibilita entender a distribuição da energia dentro da comunidade, do ponto de vista da complexidade e da diversidade. Assim, a avaliação da biomassa presente em cada guilda trófica e a diversidade de itens alimentares dos **taxa** presentes em cada ecossistema estudado fornece indícios para o acompanhamento da distribuição de energia dentro das comunidades.

O objetivo desta pesquisa foi estudar a estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos igarapés Saracá, Caraná, Água Fria e rio Trombetas com base na classificação dos grupos funcionais (guildas tróficas) de MERRITT & CUMMINS (1984).

### Área de estudo

Os ecossistemas estudados situam-se entre  $1^{\circ}25'$  e  $1^{\circ}35'$  S e  $56^{\circ}15'$  e  $56^{\circ}25'$  W, próximos à localidade de Porto Trombetas, no município de Oriximiná, no Estado do Pará, Brasil (Figura 1).

Em cada ecossistema estudado foram estabelecidas três estações de coleta. No igarapé Saracá, a estação 1 (natural) localizou-se a cerca de 4 Km da barragem formada pela construção da rodoferrovia; a estação 2, na área represada; a estação 3, a jusante da rodoferrovia, em um trecho que ainda conserva suas características naturais.

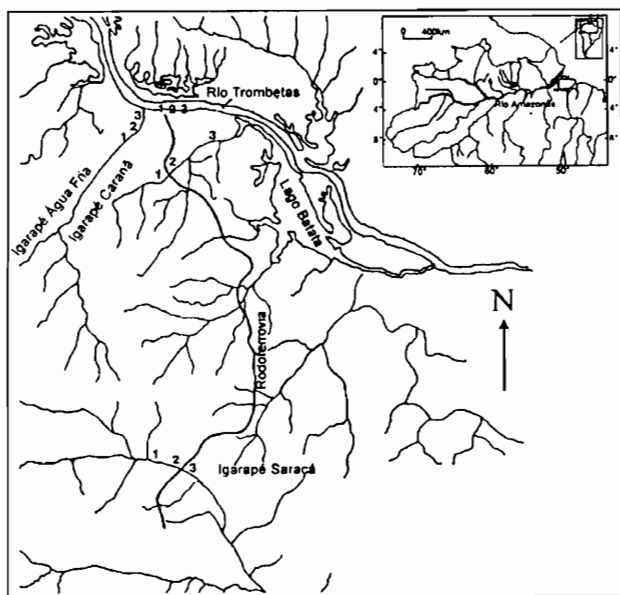


Fig. 1. Mapa da área de estudos com as estações de amostragem.

No igarapé Caraná, a estação 1 localizou-se em um trecho natural, a cerca de 2 Km a montante do represamento decorrente da construção da rodoferrovia; a estação 2, a cerca de 200 m a jusante da rodoferrovia; a estação 3, a cerca de 2 Km abaixo da rodoferrovia em um trecho onde durante 10 anos foi lançado o rejeito de lavagem de bauxita.

No igarapé Água Fria, a estação 1 (natural) foi estabelecida no leito principal do igarapé, a cerca de 300 m do ponto de confluência com o rio Trombetas; a estação 2, a cerca de 50 m do corpo principal do igarapé, próxima a uma antiga bacia de contenção de resíduos de bauxita. A estação 3, na desembocadura do igarapé junto ao rio Trombetas.

No rio Trombetas, a estação 1 (natural) foi estabelecida a 600 m a montante do porto da mineração; a estação 2, embaixo da esteira de transporte de bauxita e a estação 3, a 200 m a jusante do porto.

A temperatura da água variou entre 24,5 e 27,9 °C nos períodos de chuvas e 25,9 e 33,4°C nos períodos de seca. O pH da água é ácido, variando entre 3,64 e 5,97 nos três igarapés e 5,63 e 6,72 no rio Trombetas. Observa-se baixa condutividade elétrica (entre 6,6 e 90,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); alcalinidade total reduzida ou não detectável e concentrações de oxigênio dissolvido no fundo (exceto no igarapé Água Fria) próximo a 100 % de saturação (CALLISTO *et al.*, 1998).

### Material e métodos

As coletas foram realizadas nos períodos de chuvas (maio/junho) e seca (outubro/novembro) dos anos de 1994 e 1995. As amostras de sedimento foram coletadas com um coletor tipo core com área de 0,025 m<sup>2</sup>, sendo analisada a fração superficial (0-10 cm). No laboratório foram lavadas sobre duas peneiras com abertura de malha de 1,00 e 0,50 mm, triadas em microscópio estereoscópio e os organismos preservados em álcool 70 %. A categorização funcional foi realizada baseada em MERRITT & CUMMINS (1984).

A guilda dos fragmentadores (**shredders**) foi formada por organismos detritívoros que se alimentam de grandes partículas de matéria orgânica (maiores que 2 mm de tamanho) e que, durante sua alimentação, fragmentam o material (MERRITT & CUMMINS, 1984). Esse material é basicamente constituído por grandes pedaços de matéria orgânica como folhas, gravetos, galhos e outras partes de plantas derivadas primariamente da mata ciliar que caem no leito dos rios. Como fragmentadores foram classificados alguns gêneros de Chironominae e Orthoclaadiinae (Diptera, Chironomidae), larvas de Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera e adultos de Oligochaeta e o Polychaeta *Namalycastis abiuma*.

Os Coletores (**collectors**) alimentam-se de pequenas partículas de matéria orgânica (geralmente menor que 1 mm de tamanho), tanto por filtração da água corrente quanto por coleta nos depósitos de sedimento no fundo dos rios (MERRITT & CUMMINS, 1984). Como coletores, alguns Chironominae e Trichoptera.

Os Raspadores (**grazer-scrapers**) possuem aparelho bucal apropriado para raspar e mastigar perifíton aderido às pedras, às folhas, aos troncos caídos, às macrófitas, alimentando-se de algas, bactérias, fungos e matéria orgânica morta adsorvida à superfície de substratos (MERRITT & CUMMINS, 1984). Os raspadores englobaram alguns Chironominae, Ephemeroptera, Coleoptera (larvas) e adultos de Oligochaeta.

A última categoria dos macroinvertebrados foi formada pelos predadores. Estes organismos alimentam-se de outros pertencentes a todos os grupos funcionais, não refletindo diretamente a influência do alimento de origem externa no ecossistema lótico (principalmente oriundo da vegetação terrestre) (CUMMINS & WILZBACH, 1985). Os predadores foram constituídos por larvas de Tanypodinae, Chaoboridae, ninfas de Odonata, Coleoptera e Trichoptera. Muitas vezes, Tanypodinae e Chaoboridae apresentam alimentação variada (carnívora-herbívoros) e possuem hábitos coletores (**gatherers**).

A relação taxonômica, bem como os valores de densidade de organismos foram apresentados em trabalhos anteriores (CALLISTO, 1997; CALLISTO *et al.*, 1998; CALLISTO *et al.*, no prelo).

## Resultados

A figura 2 apresenta a distribuição dos macroinvertebrados bentônicos coletados nos igarapés Saracá, Caranã, Água Fria e rio Trombetas nas guildas de fragmentadores, coletores, raspadores e predadores.

No período de chuvas de 1994, nas estações amostrais do igarapé Saracá foi observado o predomínio de predadores na estação 1, fragmentadores e raspadores na estação 2 e uma equivalência de dominância entre fragmentadores, coletores e raspadores na estação 3. No igarapé Caranã, na estação 1 houve equivalência no número de fragmentadores, coletores e raspadores. Na estação 2 houve o predomínio dos fragmentadores e na estação 3, não foram encontrados organismos bentônicos. No igarapé Água Fria, nas estações 1 e 2, a guilda dos predadores foi dominante, principalmente devido às larvas de Chaoboridae. Na estação 3, não foram encontrados macroinvertebrados bentônicos. Nas estações 1 e 2 do rio Trombetas foi observado o maior número de fragmentadores e raspadores; na estação 3 predominaram fragmentadores e raspadores.

No período de seca de 1994, no igarapé Saracá foi observado o predomínio de fragmentadores e raspadores nas estações 1 e 3; na estação 2 predominaram os predadores. No igarapé Caranã constatou-se o predomínio de fragmentadores e raspadores na estação 1; na estação 2, fragmentadores; estação 3, fragmentadores, coletores e raspadores. No igarapé Água Fria, na estação 1, as guildas com maior número de macroinvertebrados bentônicos foram os fragmentadores, coletores e raspadores; na estação 2, as quatro tiveram mais ou menos o mesmo número de organismos; na estação 3, fragmentadores, coletores e raspadores. No rio Trombetas, na estação 1, fragmentadores e raspadores; na estação 2, predadores; na estação 3, fragmentadores e raspadores.

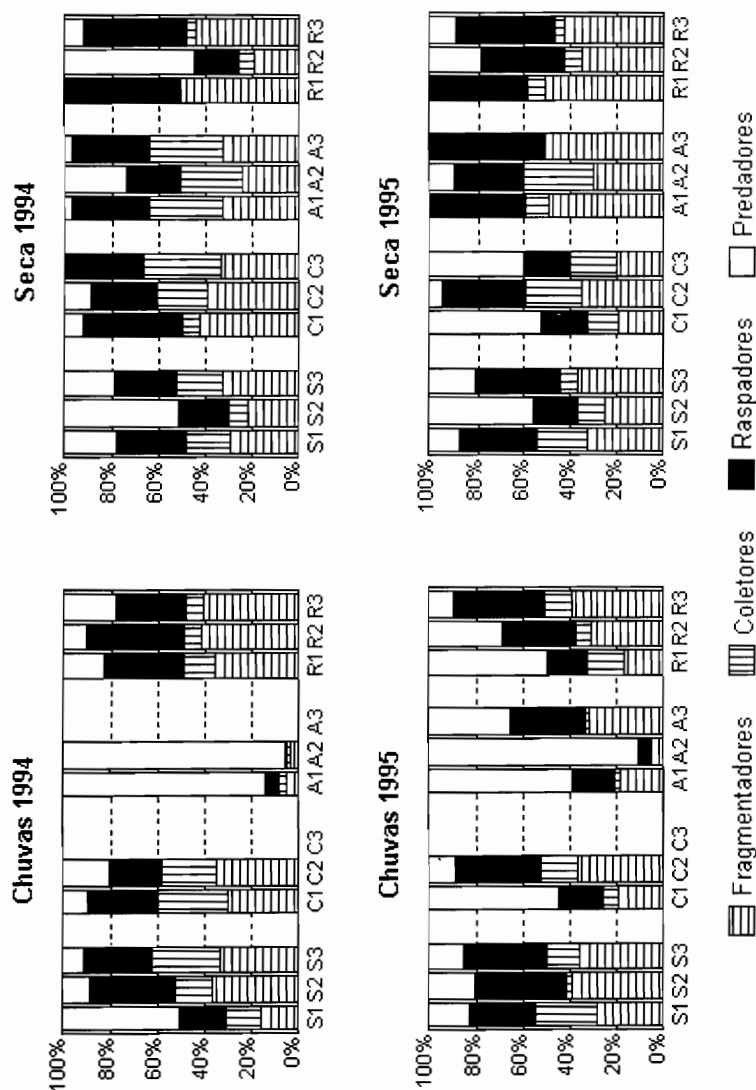


Fig. 2. Guildas tróficas de fragmentadores, coletores, raspadores e predadores nas diversas estações amostrais, nos períodos de chuvas (alto, a esquerda) e seca (abaixo, a direita) de 1994 e chuvas (abaixo, a esquerda) e seca (abaixo, a direita) de 1995. (S1, S2, S3: Igarapé Saracá; C1, C2, C3: Igarapé Caranã; A1, A2, A3: Igarapé Água Fria; R1, R2, R3: rio Trombetas).

Na coleta realizada no período de chuvas de 1995, na estação 1 do igarapé Saracá, as guildas de fragmentadores, coletores e raspadores apresentaram o mesmo número de organismos; nas estações 2 e 3, fragmentadores, raspadores e predadores foram semelhantes numericamente. No igarapé Caraná, os predadores predominaram na estação 1; fragmentadores e raspadores na estação 2. Não foram encontrados organismos na estação 3. No igarapé Água Fria a guilda dos predadores foi mais numerosa nas três estações amostrais. No rio Trombetas, foi evidenciado o predomínio de predadores na estação 1, fragmentadores e raspadores nas estações 2 e 3.

No período de seca de 1995 no igarapé Saracá, fragmentadores e raspadores foram dominantes nas estações 1 e 3; predadores na estação 2. No igarapé Caraná, destacaram-se os predadores nas estações 1 e 3, fragmentadores e raspadores na estação 2. No igarapé Água Fria, fragmentadores e raspadores nas estações 1 e 3, fragmentadores, coletores e raspadores na estação 2. Nas estações amostrais do rio Trombetas, fragmentadores e raspadores predominaram nas três estações amostrais.

### Discussão

Segundo CUMMINS *et al.* (1989), os fragmentadores começam a comer quando os microorganismos já produziram mudanças estruturais e bioquímicas suficientes nos tecidos vegetais para converter em um estado nutricional palatável. O tempo necessário para que este processo ocorra varia de semanas a meses, dependendo das espécies de plantas e da temperatura do rio. Preferencialmente, os fragmentadores alimentam-se de substratos bem colonizados (CUMMINS & KLUG, 1979). Em regiões temperadas, os fragmentadores englobam tanto espécies de outono-inverno quanto espécies de primavera-verão. Os fragmentadores representam cerca de 20 % da biomassa total, ou 10 % da abundância numérica dos macroinvertebrados em rios e muitas vezes estão entre os organismos mais conspícuos (CUMMINS *et al.*, 1989).

A guilda dos coletores foi a menos representativa em todas as estações amostrais, o que caracterizaria sua restrita participação nas cadeias alimentares. A guilda dos raspadores também apresentou-se com baixa participação, sendo mais representativa no ano de 1994 na estação Rio Trombetas-1. É possível que devido à rápida decomposição dos restos de vegetação não haja tempo suficiente para o estabelecimento da comunidade perifítica. Assim, as folhas, galhos etc. que caem no leito dos rios são rapidamente fragmentados e decompostos de tal forma que não mantém uma biomassa constante de perifíton suficiente para sustentar os raspadores. É importante considerar que a decomposição das folhas inicia-se já na própria planta.

Segundo WARD (1992), em ecossistemas aquáticos com pH abaixo de 4,5 a macrofauna bentônica é extremamente pobre, tanto em termos de riqueza de espécies quanto em termos de densidade de organismos. Similarmente, TOWNSEND *et al.* (1983), estudando 34 riachos na Inglaterra, encontraram forte associação entre o número de **taxa** de insetos aquáticos e o aumento no pH da água (apesar de que todos apresentavam

águas com pH menor que 7,0). OTTO & SVENSSON (1983), estudando rios com pH ácido na Suécia, concluíram que alguns fatores associados ao efeito direto do pH seriam responsáveis pela pobreza da fauna. Estes autores pesquisaram dois ecossistemas, um com águas ácidas (pH 4,8) e outro com águas com pH próximo ao neutro (pH 6,8) analisando diferenças na riqueza de espécies, distribuição das espécies entre as ordens de insetos e a porcentagem dos grupos funcionais nas guildas alimentares. Segundo esse trabalho, a entrada de material orgânico alóctone era idêntica (grandes folhas de plantas terrestres). No entanto, devido à decomposição acentuadamente mais lenta em pH ácido, a biomassa formada por matéria orgânica particulada grossa (CPOM) era maior no rio com pH ácido e extremamente menor no rio de águas com pH neutro. A abundância e permanência de CPOM favorecia o predomínio de espécies fragmentadoras/retalhadoras no rio com pH ácido. A guilda dos raspadores foi o grupo funcional mais abundante no rio com pH próximo ao neutro e raro no rio de águas ácidas. A porcentagem de composição dos outros grupos funcionais foi semelhante nos dois rios. Assim, os resultados obtidos quanto à categorização funcional nos igarapés Saracá e Caraná, com águas ácidas, corroboram os dados da literatura, tendo sido encontrado o predomínio das guildas de fragmentadores e raspadores.

As áreas naturais desses ecossistemas localizam-se em trechos onde as cadeias alimentares são sustentadas basicamente pela matéria orgânica alóctone (restos de folhas e galhos que caem da mata para dentro do igarapé, sedimentando-se no fundo). Os fragmentadores seriam então aqueles organismos que “retalhariam” esses restos vegetais, dividindo-os em partículas menores. A ação desses organismos facilita o papel dos outros detritívoros na decomposição da matéria orgânica no sedimento desses ecossistemas.

Os dados obtidos nesta pesquisa evidenciaram que a guilda dos predadores (formada principalmente por larvas de Chaoboridae) predominou nas estações de coleta 1 e 2 do igarapé Água Fria no período de chuvas dos dois anos. Esses resultados podem estar relacionados às baixas concentrações de oxigênio dissolvido no fundo da coluna d'água. Nas duas coletas foi observado um forte aumento na profundidade, influenciado pelo período de enchente do rio Trombetas (ao qual é permanentemente conectado). Como o igarapé Água Fria deságua no rio Trombetas, durante o período de enchente do pulso hidrológico, observa-se forte relação entre a variação de nível d'água dos dois ecossistemas. No igarapé Água Fria, no período de chuvas, devido ao alagamento de grande porção de mata de igapó e do litter da floresta observa-se um aumento no teor de matéria orgânica no sedimento. Além disso, nesse ecossistema foi evidenciada estratificação térmica nas estações 1 e 2. Assim, as larvas de Chaoboridae (Diptera) foram os organismos responsáveis pelo domínio da guilda dos predadores nesse igarapé. Este resultado está, muito provavelmente, relacionado à capacidade das larvas de Chaoboridae de promoverem migrações verticais na coluna d'água. Essa habilidade poderia ser interpretada como uma estratégia adaptativa desses macroinvertebrados em evitar condições de baixas concentrações de oxigênio dissolvido, no fundo da coluna d'água e na interface água-sedimento.



Nas estações amostrais do rio Trombetas, o domínio numérico da guilda dos predadores deve-se ao predomínio de larvas de Tanypodinae (Diptera, Chironomidae), conhecidas como vorazes predadoras de macroinvertebrados bentônicos. A maior parte das larvas de Tanypodinae encontradas pertencem a um gênero ainda não descrito de *Coelotanypodini* (FITTKAU, comunicação pessoal) (CALLISTO, 1997).

Nesta pesquisa não foram encontrados organismos coletores-filtradores. Em muitos rios na Amazônia essa guilda trófica é formada predominantemente por larvas de Simuliidae (Diptera). Na bacia hidrográfica do rio Trombetas, no entanto, esses organismos não são encontrados. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que o rio Trombetas é um ecossistema de águas claras, conforme classificação de SIOLI (1984), com baixíssimo teor de material em suspensão, o que explicaria a escassez de adultos dessa família.

A abordagem de guildas tróficas utilizada nesta pesquisa possibilitou um melhor entendimento dos padrões de estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos. No entanto, seria de fundamental importância que houvesse uma categorização funcional de **taxa** tropicais. Em outras palavras, devido à elevadíssima diversidade biológica no Brasil, grande parte ainda desconhecida cientificamente, é extremamente incerto adotar-se a categorização funcional proposta para a fauna dos E.U.A. por MERRITT & CUMMINS (1984), devendo os resultados serem interpretados com cautela.

O desenvolvimento de estudos visando a avaliação da estrutura trófica em guildas permite orientar caminhos, sob o ponto de vista funcional, mas necessita, para que seja possível avaliar efetivamente o papel das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia de ecossistemas aquáticos, de estudos básicos, tais como um levantamento taxonômico detalhado.

E, finalmente, o maior ou menor número de guildas presentes em um dado ecossistema pode ser relacionado à variedade de microhabitats disponíveis e ocupados nas regiões litorânea e limnética, nos períodos de chuvas ou seca do ciclo hidrológico regional.

### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dos colegas do Laboratório de Limnologia da UFRJ e especialmente a João J. F. Leal e José F. Gonçalves Júnior pela ajuda nas coletas de campo. Ao Dr. Paulo da Costa pela identificação do Polychaeta *Namalycastis abiuma*. Pesquisa financiada pela Mineração Rio do Norte S.A., CAPES e CNPq.

## Referências

- AGUIARO, T. & E.P. CARAMASCHI 1998. Trophic guilds in fish assemblages in three coastal lagoons of Rio de Janeiro State (Brazil). *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, **26**: 2166-2169.
- BALON, E. K. 1975a. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **32**: 821-864.
- BALON, E.K. 1975b. Ecological guilds of fishes: a short summary of the concept and its application. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, **19**: 2430-2439.
- BRUTON, M.N. & G.S. MERRON 1990. The proportion of different eco-ethological sections of reproductive guilds of fishes in some African inland waters. *Environmental Biology of Fishes*, **28**: 179-187.
- CALLISTO, M. 1996. Macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita (Porto Trombetas, Pará). Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 140 p.
- CALLISTO, M. 1997. Larvas bentônicas de Chironomidae (Diptera: Insecta) em quatro ecossistemas lóticos amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita. Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia, São Carlos, p. 89-98.
- CALLISTO, M., ESTEVES, F.A., GONÇALVES, J.F.JR. & J.J.L. FONSECA (no prelo). Impact of bauxite tailings on sediment granulometry and distribution of benthic macrofauna in an igarapé in central Amazonia, Brazil. *Journal of Kansas Entomological Society*.
- CALLISTO, M., FONSECA, J.J.L. & J.F.Jr. GONÇALVES 1998. Benthic macroinvertebrates of four Amazonian streams influenced by bauxite mine (Brazil). *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, **26**: 983-985.
- COLINVAUX, P. 1993. *Ecology* (2<sup>nd</sup> ed.). John Wiley & Sons, New York, 688 pp.
- CORKUM, L.D. & J.J.H. CIBOROWSKI 1988. Use of alternative classifications in studying broad scale distributional patterns of lotic invertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, **7**: 167-179.
- CUMMINS, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, **18**: 183-206.

- CUMMINS, K.W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *Bioscience*, **24**: 631-641.
- CUMMINS, K.W. & M.J. KLUG 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **10**: 147-172.
- CUMMINS, K. W. & M. A. WILZBACH 1985. *Field procedures for analysis of functional feeding groups of stream invertebrates* (Cont. No. 1611). Appalachian Environmental Laboratory, University of Maryland, Frostburg, 17 p.
- CUMMINS, K.W., WILZBACH, M.A., GATES, D.M., PERRY, J.B. & W.B. TALIAFERRO 1989. Shredders and riparian vegetation. Leaf litter that falls into streams influences communities of stream invertebrates. *BioScience*, **39**(1): 24-30.
- DAHL, C., WIDHAL, L.E. & C. NILSSON 1988. Functional analysis of the suspension feeding system in mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Annals of the Entomological Society of America*, **81**: 105-127.
- ELTON, C.S. 1927. *Animal Ecology*. MacMillan Company, New York, 157 p.
- KING, J.M., DAY, J.A., HURLY, P.R., HENSHALL-HOWARD, M.-P. & B.R. DAVIES 1988. Macroinvertebrate communities and environment in a southern African mountain stream. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **45**: 2168-2181.
- MARGALEF, R. 1989. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, 951p.
- MAY, R.M. 1973. *Stability and complexity in Model Ecosystems*. Princeton University Press, Princeton, p. ?.
- MERRITT, R.W. & K.W. CUMMINS (eds). 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America* (2nd ed.). Kendall/ Hunt Publ., Dubuque, xiii + 722 p.
- ODUM, E.P. 1985. *Ecologia*. ed. Interamericana, Rio de Janeiro, 434 p.
- OTTO, C. & B.S. SVENSSON 1983. Properties of acid brown water streams in south Sweden. *Archiv für Hydrobiologie*, **99**: 15-36.
- ROOT, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs(?)* **37**: 317-350.
- SIMBERLOFF, D. & T. DAYAN 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*. **22**: 115-143.

- SIOLI, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. pp. 127-175. In: SIOLI, H. (ed.) *Monographiae Biologicae*, 56. *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. The Hague.
- SPRULES, W.G. 1984. Towards an optimal classification of zooplankton for lake ecosystem studies. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, **22**: 320-325.
- TOWNSEND, C.R.; HILDREW, A.G. & J.E. FRANCIS 1983. Community structure in some southern English streams: the influence of physicochemical factors. *Freshwater Biology* **13**: 521-544.
- WARD, J.V. 1992. *Aquatic Insect Ecology: I. Biology and habitat*. John Wiley & Sons, New York, 438p.

**Endereço:**

CALLISTO, M.<sup>1</sup> & ESTEVES, F. A.

Lab. Limnologia, Dep. Ecologia, Inst. Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCS, bl.A, Ilha do Fundão, Cidade Universitária, CP. 68040, CEP. 21941-540, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>1</sup>Endereço atual: Lab. Limnologia/Ecologia de Bentos, Dep. Biologia Geral, ICB, Universidade Federal de Minas Gerais, CP. 486, CEP. 30.161.970, Belo Horizonte, MG.