

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM DOIS  
LAGOS AMAZÔNICOS: LAGO BATATA (UM  
ECOSSISTEMA IMPACTADO POR REJEITO DE  
BAUXITA) E LAGO MUSSURÁ (BRASIL).

CALLISTO, M. & ESTEVES, F.A.

Lab. Limnologia, Dep. Ecologia, Inst. Biologia, UFRJ.  
Cidade Universitária, Ilha do Fundão, CP. 68040,  
21941-540, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

**RESUMO:** Macroinvertebrados bentônicos em dois lagos amazônicos: Lago Batata (um ecossistema impactado por rejeito de bauxita) e Lago Mussurá (Brasil). O lago Batata (um ecossistema de águas claras) recebeu durante dez anos (1979-1989) um rejeito de lavagem de bauxita que resultou em considerável impacto ecológico em 30% do ecossistema. O objetivo desta pesquisa foi estudar a influência do rejeito de bauxita na estrutura e na distribuição espacial e temporal da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, comparando-se áreas impactadas e naturais. Além disso foi estudada a influência da composição granulométrica dos sedimentos na estrutura das comunidades macrobentônicas nos dois lagos. Através de uma Análise de Componentes Principais foi possível identificar diferentes regiões no lago Batata, principalmente quanto à composição granulométrica dos sedimentos. Os resultados obtidos evidenciaram que larvas de Chironomidae e Chaoboridae dominaram a fauna bentônica nas áreas naturais do lago Batata e o Ephemeroptera *Campsurus* dominou na área impactada pelo rejeito de bauxita.

Palavras-chave: macroinvertebrados bentônicos, Amazônia, rejeito de bauxita, composição granulométrica.

**ABSTRACT:** Benthic macroinvertebrates of two Amazonian lakes: Lago Batata (an impacted ecosystem by bauxite tailing) and Lago Mussurá (Brazil). Lago Batata (a clear water ecosystem) during 10 years (1979-1989) received bauxite tailings which resulted in considerable ecological impact in 30% of the total ecosystem. The main objective of this research was to study the influence of bauxite tailing of Lago Batata on the structure and spatial and temporal distribution of macroinvertebrate benthic community, of disturbed and undisturbed areas. In addition the influence of granulometric composition of sediments on the structure and distribution of macroinvertebrate benthic communities on Batata and Mussurá lakes was determined and analysed. The analyses of a Principal Component Analysis identified different regions on Lago Batata, as to sediment granulometric composition. The results showed that Chironomidae and Chaoboridae larvae dominated

the natural areas on Lago Batata and the Ephemeroptera *Campsurus* dominated the area impacted by bauxite tailings.

Key-words: Benthic macroinvertebrates, Amazônia, bauxite tailing, granulometric composition.

## INTRODUÇÃO

Os efeitos ecológicos de partículas inorgânicas lançadas em ecossistemas lênticos por indústrias, mineradoras e construtoras, podem afetar as comunidades bentônicas de diferentes formas e intensidades (Callisto, 1994). A redução da produção secundária das comunidades de macroinvertebrados bentônicos tem sido relacionada ao aumento da turbidez da coluna d'água provocada por partículas inorgânicas e ao soterramento dos organismos. Muitas vezes têm sido observadas diminuições na abundância de organismos bentônicos, com alterações na estrutura de comunidades e até mesmo eliminação da fauna (Culp *et al.*, 1986; Sallenave & Barton, 1990).

Ao longo de dez anos foi lançado um efluente de lavagem de bauxita no lago Batata (1979-1989) tendo sido despejado um volume anual de 18 milhões de m<sup>3</sup>, o que resultou no assoreamento de cerca de 30% do total da área do ecossistema (Esteves *et al.*, 1990). Este efluente era formado por argilas, partículas quimicamente inertes de óxidos de alumínio, silicatos e óxidos de ferro e água.

Esta pesquisa teve como objetivo principal estudar a estrutura de comunidade e distribuição dos macroinvertebrados bentônicos do lago Batata e do lago Mussurá na localidade de Porto Trombetas, município de Oriximiná (PA, Brasil). As coletas foram realizadas nos anos de 1991 e 1992, ao longo das quatro épocas mais marcantes de dois ciclos hidrológicos, nos períodos de enchente, águas altas, vazante e águas baixas. Além disso, especificamente no lago Batata, buscou-se estudar a influência do rejeito de bauxita sobre as comunidades bentônicas, comparando áreas naturais e áreas impactadas por este rejeito. Afim de verificar possíveis relações entre a composição granulométrica dos sedimentos e a distribuição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nestes ecossistemas, foram determinados os teores de areias, siltes e argilas. Desta forma, buscou-se inferir sobre a utilização da comunidade de macroinvertebrados bentônicos como indicadora das alterações causadas pelo lançamento de rejeito de bauxita no lago Batata.

## ÁREA DE ESTUDOS

O lago Batata e o lago Mussurá localizam-se entre 1°25' e 1°35' latitude sul e 56°15' e 56°25' longitude oeste, próximos à localidade de Porto Trombetas, no município de Oriximiná, no Estado do Pará, Brasil.

A bacia do rio Trombetas e seus lagos são classificadas como de águas claras, de acordo com Sioli (1984). Este rio pertence à bacia do médio Amazonas e sua cabeceira tem origem nos maciços da Guiana.

O lago Mussurá está posicionado ao lado esquerdo do rio Trombetas, ao qual é permanentemente conectado. A bacia de drenagem do lago Batata (situado ao lado direito do rio) possui área aproximada de 271,6 Km<sup>2</sup> e perímetro de 72 Km. Estes dois lagos estão sujeitos às flutuações temporais do nível das águas, fenômeno comum a muitos ecossistemas

aquáticos da região amazônica, quando são identificados quatro períodos principais: enchente, águas altas, vazante e águas baixas.

A vegetação que coloniza as margens dos lagos é do tipo igapó sazonal, definido por Prance (1979) como sendo uma área de vegetação que é inundada periodicamente por rios de águas claras ou rios de águas pretas. O tipo de solo que predomina é o latossolo amarelo distrófico (Radambrasil, 1976). A área estudada apresenta clima xeroquimênico e está incluída na região subtermaxérica, temperatura média do mês mais frio superior a 15°C e um período desfavorável que se estende a até 40 dias secos delimitados por chuvas torrenciais (Bozelli, 1992).

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1- Comunidades de Macroinvertebrados Bentônicos

As amostras de sedimento foram coletadas com um coletor tipo "corer", modificado do modelo de Ambühl & Bühner (1975), com área de 0,025m<sup>2</sup>. Para o efeito desta pesquisa foi estudada a fração superficial de 0-10 cm, considerada por diversos autores como a mais representativa nos estudos desta comunidade (Ceccherelli & Fabbri, 1978; Firse *et al.*, 1984). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e, ainda no campo, fixadas com 20 ml de formol tamponado e neutralizado. No laboratório, foram lavadas sobre duas peneiras com abertura de malha de 1,00 e 0,50 mm, triadas com auxílio de microscópio estereoscópio Zeiss, e os organismos preservados em álcool a 70%.

Em cada estação amostral foram coletadas 11 amostras, sendo 10 para a triagem dos organismos e cálculo das densidade (ind/m<sup>2</sup>) e uma para a análise da composição granulométrica.

### 2- Estações e Periodicidade Amostral

A coleta de amostras de água e sedimento nas diversas estações de coleta nos lagos Batata e Mussurá foram realizadas trimestralmente, visando representar os quatro principais períodos distintos do ciclo hidrológico, a saber: enchente (março ou abril), águas altas (junho ou julho), vazante (setembro ou outubro) e águas baixas (novembro ou dezembro). As estações de coleta foram assim estabelecidas:

**N1, N2, N3:** localizadas em regiões naturais do lago Batata, livres de influência do rejeito de bauxita;

**R1:** localizada na área impactada pelo rejeito de bauxita no lago Batata;

**Mb e Mf:** localizadas no lago Mussurá, respectivamente no ponto mais próximo ao rio Trombetas e mais ao fundo do ecossistema, distante da desembocadura.

### 3- Variáveis Limnológicas de coluna d'água e sedimento

As amostras de água do fundo da coluna d'água foram coletadas com garrafa tipo "Van D'orn" com capacidade de 5 litros. A temperatura foi estimada com um termômetro eletrônico marca FAC-400, com precisão de leitura de 0,1°C e a transparência da coluna d'água, através de disco de Secchi. Potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica da água foram medidos, respectivamente, por meio de phmetro portátil e condutímetro, ambos os aparelhos da marca Digimed. Os valores de alcalinidade total e nitrogênio Kjeldahl

foram obtidos segundo Mackereth *et al.* (1978). Clorofila-a, oxigênio dissolvido (método de Winkler) e P-total, segundo Golterman *et al.* (1978).

No sedimento, os teores de matéria orgânica foram estimados por incineração a 500 °C, nitrogênio orgânico total pelo método Kjeldahl e as concentrações de fosfato disponível foram obtidas segundo metodologia de Moreno (1987). A metodologia utilizada para análise da composição granulométrica das amostras de sedimentos foi proposta por Suguio (1973).

#### 4- Tratamento de Dados

No sentido de identificar os principais padrões na variação dos dados estudados foi realizada uma análise de componentes principais (Ludwig & Reynolds, 1988).

## RESULTADOS

Os resultados obtidos evidenciaram que a comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi numericamente dominada por larvas de insetos aquáticos, particularmente Diptera das famílias Chironomidae e Chaoboridae nas áreas naturais do lago Batata (estações **N1**, **N2** e **N3**). Na área impactada pelo rejeito de bauxita, destaca-se a ocorrência de ninfas de Ephemeroptera, da família Polymitarcyidae, gênero *Campsurus*, especialmente nos períodos de enchente dos dois anos e águas altas de 1992. O grupo dos Oligochaeta foi também numericamente importante nas diversas estações amostrais, nos dois anos estudados, tendo sido encontrados com maiores densidades no ano de 1992. De uma maneira geral, em 1992 foram evidenciadas maiores densidades de organismos nos períodos amostrais do que no ano de 1991 (figura 1). No lago Mussurá, na estação **Mb** predominaram larvas de Chaoboridae e Oligochaeta, e na estação **Mf**, larvas de Chironomidae e de Chaoboridae.

No lago Batata, na estação **N1**, foram encontradas maiores densidades de organismos nos períodos de enchente e águas altas de 1992 (450 e 390 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente). Nas estações **N2** e **N3**, o total de organismos encontrados no período de águas baixas de 1992 foi o maior de todo o período de estudos (respectivamente 1250 e 3500 ind/m<sup>2</sup>). Por outro lado, na estação impactada por rejeito de bauxita **R1**, as maiores densidades de organismos foram encontradas, respectivamente, nos períodos de águas baixas e vazante de 1991 (1000 e 260 ind/m<sup>2</sup>).

No lago Mussurá também foram encontrados mais organismos no ano de 1992 do que no ano anterior. Na estação **Mb**, as maiores densidades de organismos macrobentônicos foram obtidas nos períodos de águas altas dos dois anos estudados (400 e 1800 ind/m<sup>2</sup>). Por outro lado, na estação **Mf**, as máximas densidades obtidas foram nos períodos de vazante (1200 ind/m<sup>2</sup> em 1991 e 1600 ind/m<sup>2</sup> em 1992).

Os resultados da análise em componentes principais destacaram dois fatores responsáveis por 46,0% da variância total dos dados. Na figura 2 foram projetadas as variáveis limnológicas abióticas de coluna d'água, sedimento e composição granulométrica e, na figura 3, as observações (estações de coleta).

O primeiro eixo foi responsável por 27,2% da variância total dos dados. As variáveis: Profundidade, Transparência ao disco de Secchi, Areia Muito Grossa, Areia Grossa, Areia Média e Areia Fina, Silte Fino, Silte Muito Fino, Argilas com 1,95 µm, Argilas com 0,98 µm e Argilas menores ou iguais a 0,49 µm, foram consideradas como as mais importantes.

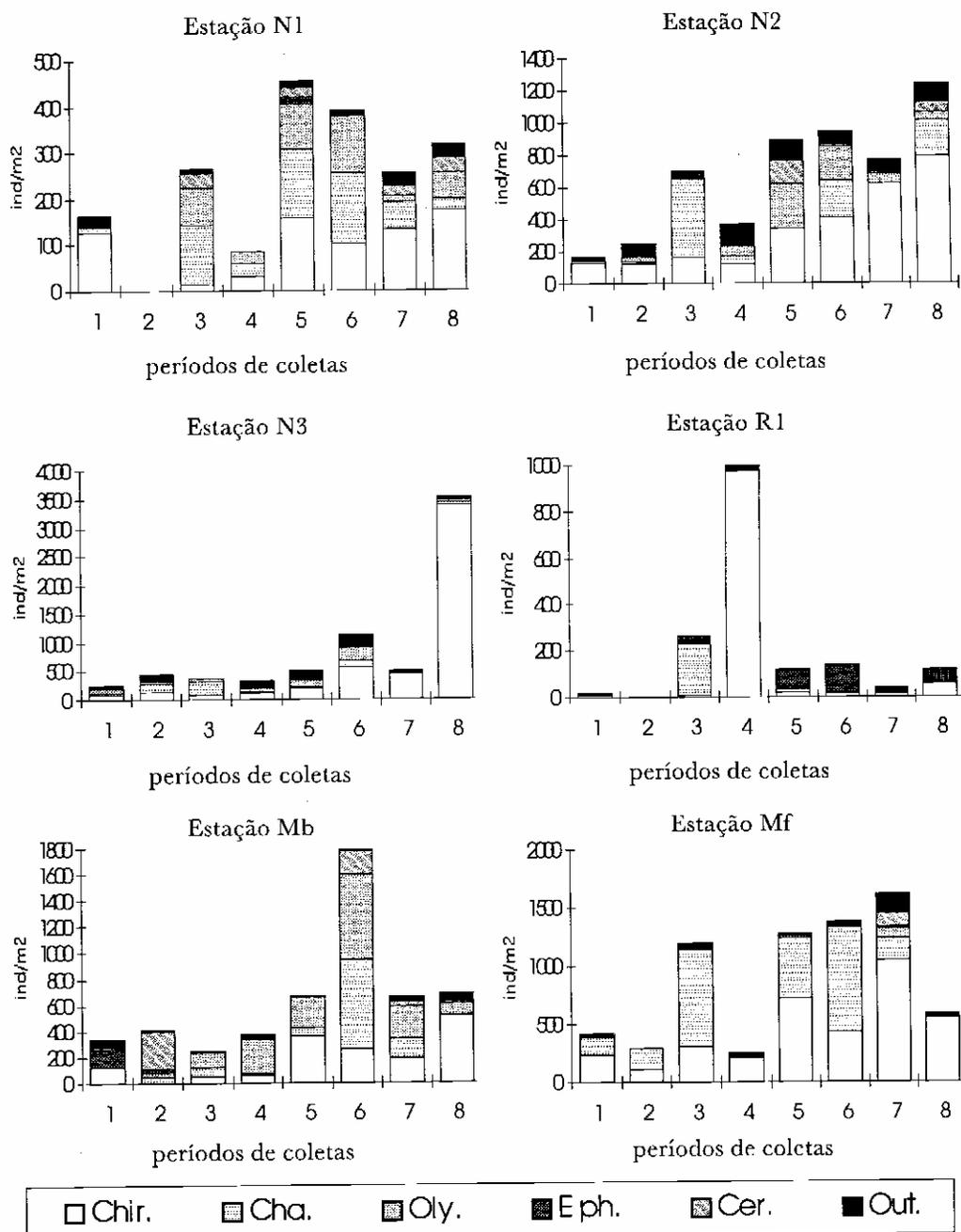


Figura 1. Densidades de organismos das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nas estações amostrais dos lagos Batata e Mussurá, nos períodos de enchente (1 e 5), águas altas (2 e 6), vazante (3 e 7) e águas baixas (4 e 8), respectivamente dos anos de 1991 e 1992, nas estações amostrais **N1**, **N2**, **N3**, **R**, **Mb** e **Mf**. Obs.: Chir.: Chironomidae; Cha.: Chaoboridae; Oly.: Oligochaeta; Eph.: Ephemeroptera; Cer.: Ceratopogonidae; Out.: outros grupos, tendo sido considerados: Acarina, Ostracoda, Nematoda, Cladocera, Hirudinea, Amphipoda, Copepoda, Bivalvia.

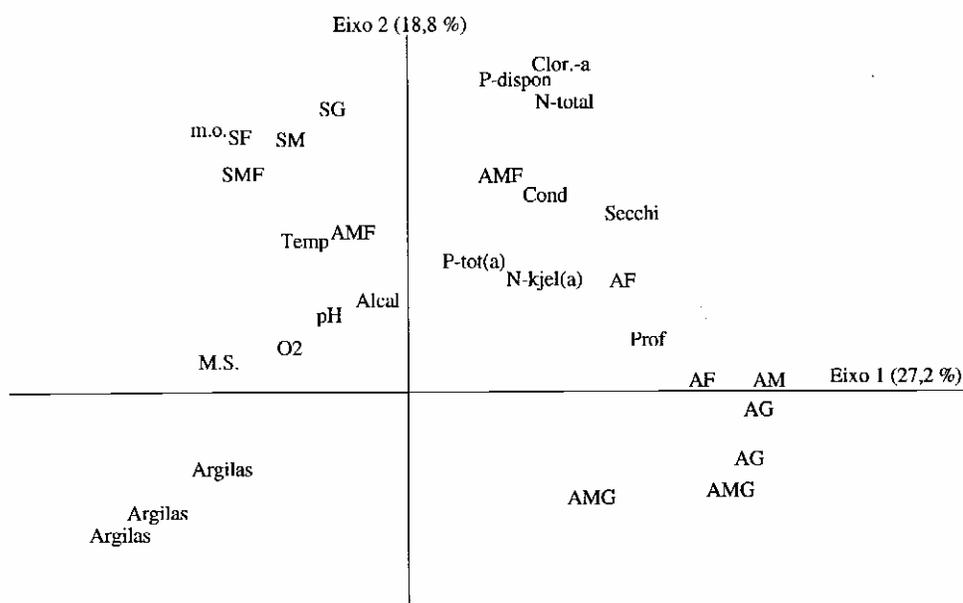


Figura 2. Eixos I-II da análise em Componentes Principais com as variáveis limnológicas abióticas dos lagos Batata e Mussurá. (**Prof.**: profundidade; **Temp.**: temperatura; **O2**: oxigênio dissolvido; **Alcal**: alcalinidade total; **Cond**: condutividade elétrica; **pH**: pH; **Secchi**: transparência ao disco de Secchi; **M.S.**: material em suspensão; **Clor.-a**: clorofila-a; **P-tot(a)**: P-total na água; **N-kjel(a)**: N-kjeldahl na água; **P-dispon**: P-disponível no sedimento; **N-total**: N-total no sedimento; **m.o.**: matéria orgânica; **AMG**: areia muito grossa; **AG**: areia grossa; **AM**: areia média; **AF**: areia fina; **AMF**: areia muito fina; **SG**: silte grosso; **SM**: silte médio; **SF**: silte fino; **SMF**: silte muito fino; **Argilas**: argilas).

Este eixo foi responsável pela separação das classes granulométricas dos sedimentos dos lagos Batata e Mussurá, correspondendo aos sedimentos grossos, ou tipos de areias (coordenadas positivas) e aos sedimentos finos, no conjunto de siltes e argilas (coordenadas negativas). Ele correspondeu também às estações de maiores profundidades da coluna d'água e maior transparência da coluna d'água.

O segundo eixo foi responsável por 18,8% da variância dos dados. Separou os sedimentos finos em dois grupos: o primeiro com coordenadas positivas, formado pelos siltes: Silte Grosso, Silte Médio, Silte Fino, Silte Muito Fino e Areia Muito Fina; e o segundo, das argilas, com coordenadas negativas: Argilas com 1,95  $\mu\text{m}$ , Argilas com 0,98  $\mu\text{m}$  e Argilas menores ou iguais que 0,49  $\mu\text{m}$ . Juntamente com os siltes ficaram os teores de compostos no sedimento: P-disponível, N-total e matéria orgânica, sugerindo então que estações com sedimentos onde predominaram siltes, apresentaram-se com maiores teores de nutrientes.

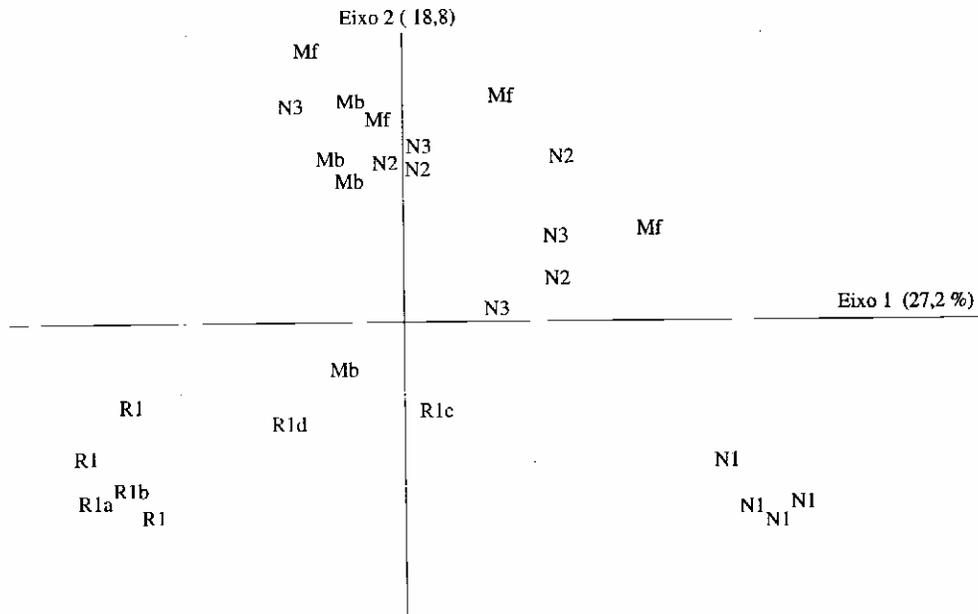


Figura 3. Eixos I-II da análise em Componentes Principais com as observações (estações de coleta).

## DISCUSSÃO

Nas amostras de sedimento coletadas nas diversas estações do lago Batata, os Diptera da família Chironomidae foram dominantes na comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Acredita-se que na região Amazônica existam aproximadamente 3.500 espécies de Chironomidae, sendo que apenas cerca de 2.000 foram coletadas, estando ainda sendo descritas e catalogadas. Durante o período de águas baixas, quando a coluna d'água diminui, cerca de 60 % da área sob influência do rejeito de bauxita no lago Batata secam (Callisto & Esteves, 1995). Desta forma, o ambiente que era sedimento límico transforma-se em sedimento terrestre, duro e seco. No período seguinte de enchente, quando as águas voltam a subir, inundando mais uma vez estas regiões, as larvas de Chironomidae voltam a colonizar o sedimento. Através dos resultados de densidades dos organismos bentônicos encontrados nesta pesquisa, os Chironomidae foram os animais que apresentaram-se com mais ampla distribuição no lago Batata, ocorrendo em todas as estações amostrais e em todos os períodos de coleta. A análise em componentes principais possibilitou evidenciar uma abundância das larvas de Chironomidae nas estações com maiores teores de N-total e P-disponível no sedimento e concentração de clorofila-a na coluna d'água. Além disso, estes organismos foram dominantes nas estações do lago Mussurá e nas áreas não impactadas do lago Batata.



Nos lagos Batata e Mussurá, larvas de Chaoboridae foram encontradas com elevadas densidades em todas as estações, notadamente na estação **Mf**. Esteves *et al.* (1994) identificaram um padrão de baixas concentrações de oxigênio dissolvido na camada inferior da coluna d'água no lago Mussurá. Analisando-se os valores das densidades dos Chaoboridae neste ecossistema, pode-se atribuir a habilidade destes organismos em realizar a migração vertical na coluna d'água, como um dos principais fatores responsáveis pela sua distribuição.

Os Ephemeroptera são ainda pouco conhecidos em todo o mundo, especialmente nos Trópicos. No Brasil, há dificuldade de identificação de alguns grupos, devido à escassez de coleções e estudos taxonômicos na América do Sul tropical, onde a maioria das espécies ainda não foi descrita taxonomicamente. Para as espécies já conhecidas, geralmente apenas um estágio (ninfá ou adulto) foi descrito.

O Ephemeroptera *Campsurus notatus* tem sido destacado como importante agente em processos de bioturbação e, conseqüentemente, nas trocas químicas na interface água-sedimento. Segundo Nolte (1987), este grupo de organismos é muito abundante em lagos de várzea e necessita de cerca de três meses para o desenvolvimento da fase aquática de seu ciclo de vida, quando busca alimento no sedimento. As ninfas têm o hábito de cavar continuamente canais em sedimentos de fina granulometria, sem construir tubos estáveis. A distribuição do gênero *Campsurus* sp. estende-se dos Trópicos até o Texas, sendo que pouco é conhecido acerca da biologia deste organismo na região amazônica. No entanto, alguns autores encontraram elevada abundância deste organismo em lagos de várzea na Amazônia Central (Fittkau *et al.*, 1975; Irmiler, 1975).

O gênero *Campsurus* encontrado na área impactada pelo rejeito de bauxita no lago Batata apresentou duas características que concordam com o comportamento descrito por Nolte (1987) no estudo da biologia de *Campsurus notatus*. Em primeiro lugar, o *Campsurus* foi o organismo dominante nas estações da área do rejeito, onde predominam os sedimentos finos, formados por argilas, por vezes com representatividade de mais de 60% de argilas menores que 0,49µm (Callisto, 1994). Os Ephemeroptera foram característicos das estações impactadas pelo rejeito de bauxita com reduzida transparência da coluna d'água e sedimento formado basicamente por argilas. Nestas estações, em todos os períodos de coleta, estes organismos foram encontrados sempre em amostras repletas de canais entre o sedimento, onde a distribuição era extremamente agregada. Cabe ressaltar ainda que ao longo do processamento das amostras de sedimento, quando foram encontrados organismos deste grupo em uma dada estação, todos apresentavam aproximadamente o mesmo tamanho de corpo, o que provavelmente indicaria que pertenceriam a uma mesma coorte (Callisto, 1994). A segunda característica das ninfas de *Campsurus* está relacionada ao hábito alimentar destes animais, que alimentam-se de bactérias e matéria orgânica aderida aos grãos de sedimento. Como as amostras nas estações impactadas são compostas exclusivamente por sedimentos finos, notadamente argilas, o sedimento apresenta cor avermelhada. A observação destes animais, com o auxílio de microscópio estereoscópio, evidencia o trato digestivo repleto de argila. Além disso, os palpos ou apêndices bucais também apresentavam marcas de rejeito de bauxita.

No conjunto das amostras foram encontradas baixas densidades de Nematoda de vida livre. Estes organismos têm importante papel ecológico na transferência de matéria e no fluxo de energia de ecossistemas lacustres. Pouco se sabe sobre a ecologia deste grupo em ecossistemas tropicais. No lago Batata houve o registro de larvas de Chironomidae parasitadas por larvas de Nematoda (Mermithidae).

Na presente pesquisa, houve predomínio de *Oligochaeta* nas amostras de sedimento coletadas nas estações naturais do lago Batata e nas estações do lago Mussurá. Aparentemente, estes organismos teriam maior disponibilidade de alimento nestas estações amostrais, onde foram determinados maiores teores de matéria orgânica, P-disponível e N-total na superfície do sedimento, especialmente na estação **N2**, com a composição granulométrica dominada por siltes. Este conjunto de fatores contribui para a formação de um sedimento orgânico, composto por partículas finas, com aspecto de "lama", onde os *Oligochaeta* costumam ser encontrados com altas densidades.

A estação **N1** do lago Batata apresenta características peculiares, no que diz respeito ao seu hidrodinamismo, quando neste trecho do lago forma-se uma certa correnteza que confere uma série de aspectos limnológicos, próximo ao que seria um ambiente lótico. Com o fluxo de água, há um transporte de sedimentos, sendo carreadas as partículas mais finas, como argilas e siltes, permanecendo apenas as porções mais grossas, as areias. Além disso, o sedimento apresenta menores teores de nutrientes (P-disponível e N-total) e matéria orgânica, se comparado ao de outras áreas naturais do lago Batata. Este fluxo hidrodinâmico é prejudicial à fixação e desenvolvimento de organismos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, refletindo-se então nas baixas densidades de organismos encontrados nesta estação, ao longo dos diversos períodos de coleta estudados.

Merce destaque ainda o registro do Bivalvia *Paxyodon syrmatophorus*, da família Hyriidae, e que devido ao seu tamanho de cerca de 5 cm de diâmetro de concha e considerando-se o aparato de coleta utilizado (com 8 cm de diâmetro), caracterizou-se em um raro registro deste organismo no lago Mussurá.

Ao longo do processo de análise dos dados de densidades da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos lagos Batata e Mussurá pôde-se observar o registro de diversos grupos taxonômicos, distribuindo-se de forma diferenciada nos dois sistemas. Alguns dominaram a comunidade em várias estações amostrais (*Chironomidae*, *Chaoboridae* e *Oligochaeta*) e outros apenas na área impactada por rejeito de bauxita (*Campsurus*, *Polymitarcyidae*, *Ephemeroptera*). Em relação a alguns taxa, foram observados apenas registros, discretas ocorrências ou apenas um único organismo, em um dado período de coleta (como o exemplar de *Paxyodon syrmatophorus*). Muitas vezes, ao longo do desenvolvimento de uma pesquisa em ecologia, o pesquisador tende a valorizar aqueles organismos que aparecem com maior frequência, com maiores densidades, ou aqueles cujas características ecológicas sugerem maior plasticidade genotípica, que lhes capacita utilizar maior amplitude de um gradiente de recursos. Provavelmente, as baixas densidades encontradas em muitos grupos taxonômicos, e sobretudo o grande número de zeros nas tabelas de dados, podem ser atribuídas a uma distribuição extremamente agregada, ou ainda, por tratarcm-se de espécies raras.

## CONCLUSÕES

Os resultados de densidades de organismos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos distribuíram-se de forma diferenciada ao longo das estações amostrais. Além disso, verificou-se que a heterogeneidade do sedimento constitui-se em um fator fundamental para a distribuição e dominância dos taxa coletados. Em outras palavras, em estações com predomínio quase exclusivo de areias (como o caso da estação **N1**) ou naquelas localizadas na área impactada pelo rejeito de bauxita, foram encontradas densidades de organismos significativamente menores. Em geral, pode-se afirmar que em áreas onde predominaram siltes, juntamente com maiores teores de P-disponível, N-total e matéria orgânica no

sedimento, foram encontradas maiores densidades de organismos bentônicos distribuídos em uma maior riqueza de grupos taxonômicos. Nesse sentido, os dados obtidos quanto à distribuição dos organismos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos lagos Batata e Mussurá mostraram-se como um dos melhores indicadores biológicos da heterogeneidade dos ecossistemas estudados e, sobretudo, da influência do lançamento do rejeito de bauxita no lago Batata.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Dra. Maria Cristina Dreher Mansur, da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul pela identificação taxonômica do bivalvia *Paxyodon sylvatophorus*. Aos ecólogos João Fonseca Leal e Alex Enrich-Prast pelas críticas construtivas ao manuscrito e ao Msc. Pedro Peres pelo auxílio no tratamento estatístico. À Universidade Federal do Rio de Janeiro por ter concedido o suporte logístico para as atividades de laboratório e à Mineração Rio do Norte S/A pelo financiamento, e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) por ter concedido a bolsa de mestrado do primeiro autor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambühl, H. & Bühner, H. 1975. Zur Technik der Entnahme Ungestörter Grossproben von Seesedimenten: ein Verbessertes Bohrlot. Schweiz. Z. Hydrol. 37: 175-186.
- Bozelli, R.L. 1992. Composition of the zooplankton community of Batata and Mussurá lakes and of the Trombetas River, State of Pará, Brazil. Amazoniana 12(2): 239-262.
- Callisto, M.F.P. 1994. Macroinvertebrados bentônicos em dois lagos amazônicos: lago Batata (um ecossistema impactado por rejeito de bauxita) e lago Mussurá. PPGE-UFRJ, 109 pp. Dissertação de Mestrado.
- Callisto, M.F.P. & Esteves, F.A. 1995. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita - lago Batata (Pará, Brasil). *Oecologia Brasiliensis*. Volume 1. Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros. Esteves, F.A. (editor), p. 281-291, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- Ceccherelli, V.U. & Fabbri, G.G. 1978. Sampling efficiency of three different types of corers on meiofauna of muddy bottom. Arch. Oceanogr. Limnol. 19: 85-98.
- Culp, J.M.; Wrona, F.J. & Davies, R.W. 1986. Response of stream benthos and drift to fine sediment deposition versus transport. Can. J. Zool. 64: 1345-1351.
- Esteves, F.A.; Bozelli, R.L. & Roland, F. 1990. Lago Batata: Um laboratório de limnologia tropical. Ciência Hoje 11(64): 26-33.
- Esteves, F.A.; Thomaz, S.M. & Roland, F. 1994. Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the Trombetas River (Pará, Brazil) based on a study of diel variation. Amazoniana. 13 (1/2): 33-46.
- Fittkau, E.J.; Irmiler, U.; Junk, W.J.; Reiss, F. & Schmidt, G.W. 1975. Productivity, biomass and population dynamics in Amazonian water bodies. Amazonian Aquatic Systems. Springer-Verlag New York Inc. pp. 289-311.
- Furse, M.T.; Moss, D.; Wright, J.F. & Armitage, P.D. 1984. The influence of seasonal and taxonomic factors on the ordination and classification of running-water sites in Great Britain and on the prediction of their macro-invertebrate communities. Freshwater Biology 14: 257-280.

- Golterman, H.L.; Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. Londres: Blackwell Scientific Publication. 214p.
- Irmiler, U. 1975. Ecological studies of the aquatic soil invertebrates in three inundation forests of Central Amazônia. *Amazoniana* 5: 337-409.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons, New York. 337 p.
- Mackereith, F.J.H.; Heron, J.; Tailling, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Cumbria: Freshwater Biological Association, n36. 120p.
- Moreno, I.H. 1987. Contribuição ao estudo do ciclo do fósforo na Represa de Três Marias. São Carlos, PPG-ERN, UFSCar. Mestrado. 160pp.
- Nolte, U. 1987. *Campsurus notatus* (Polymitarcyidae, Ephemeroptera), a bioturbator in várzea lakes. *Amazoniana* 10(2): 219-222.
- Prance, G.T. 1979. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia* 31(1):26-38.
- Radambrasil. 1976. Ministério das Minas e Energia. Levantamento de recursos naturais: Santarém. Rio de Janeiro, 220p., v.10: Projeto Radambrasil. Folha SA21.
- Sallnave, R.M. & Barton, D.R. 1990. The distribution of benthic invertebrates along a natural turbidity gradient in lake Temiskaming, Ontario-Quebec. *Hydrobiologia* 206: 225-234.
- Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H., The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. The Hague, Dr. W. Junk, p. 127-175. (Monographiae Biologicae, 56).
- Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. ed. Edgard Blucher Ltda, EDUSP. 317pp.