

BIOS

Cadernos do
Departamento de
Ciências Biológicas

V. 11 • N. 11
Dezembro • 2003

ISSN 0104-4389



EDITORA
PUCMINAS

Avaliação da eficiência de dois amostradores na estimativa da abundância e biomassa de organismos planctônicos

Evaluation of the efficiency of two samplers in estimating the abundance and biomass of planktonic organisms

JOSÉ FERNANDES BEZERRA-NETO

Programa de Pós-graduação em ECMVS, ICB-UFMG

RICARDO MOTTA PINTO-COELHO

Laboratório de Gestão de Reservatórios Tropicais, ICB-UFMG

RESUMO

As comunidades planctônicas exibem diferentes padrões de segregação espacial. A escolha do amostrador é, portanto, fundamental para uma correta estimativa das densidades populacionais desses organismos na coluna de água. Este trabalho consistiu no desenvolvimento e construção de uma armadilha de zooplâncton do tipo Schindler-Patalas e a comparação de sua eficiência com o amostrador clássico de Clarke-Juday. Foram detectados padrões consistentes de diferenças de eficiência de captura de crustáceos e alguns tipos de rotíferos entre as duas armadilhas. Os dados indicam que, de um modo geral, a armadilha do tipo Patalas resulta em uma melhor estimativa da densidade e biomassa do zooplâncton pelágico.

Palavras-chave: Zooplâncton; Aparato limnológico; Reservatório.

ABSTRACT

Planktonic communities show different patterns of space segregation. Therefore, the choice of samplers is fundamental to a correct estimate of the population densities of these organisms in the water column. This study consisted of the development and construction of a zooplankton trap of the Schindler-Patalas type and of the comparison of its efficiency with the classic Clarke-Juday apparatus. Consistent patterns of differences in the capture efficiency of crustaceans and some types of rotifers between the two traps were detected. Data indicate that, in general, the Patalas trap gives a better estimate of the density and biomass of pelagic zooplankton.

Key words: Zooplankton; Limnologic apparatus; Reservoir.

Correspondência para:

José Fernandes Bezerra Neto – CP 486, 31270-901 – Belo Horizonte – MG, Brasil. Fone: (31) 3499.2574, e-mail: josenelo@mono.icb.ufmg.br.

Os lagos e reservatórios, independentemente do seu tamanho, assim como os grandes rios, são habitados por organismos planc-tônicos (MARGALEF, 1983). O zooplâncton de águas continentais é composto por poucos grupos de invertebrados aquáticos. Os principais componentes dessa comunidade são, pela ordem de tamanho, os protozoários (amebas, flagelados e ciliados), vermes aschelminhos (rotíferos), microcrustáceos copépodos e cladóceros e alguns tipos de larvas de insetos, principalmente larvas de dípteros (EDMONDSON *et al.*, 1959).

Diversos amostradores utilizados na coleta de zooplâncton já foram descritos e suas eficiências avaliadas (FLEMINGER; CLUTTER, 1965; HODGKISS, 1977; DE BERNARDI, 1984; KOSLOWSKY-SUZUKI; BOZELLI, 1998). A escolha de um determinado tipo de amostrador dependerá dos propósitos do estudo, das características biológicas, geográficas, morfológicas e biogeoquímicas do ambiente. As maiores considerações a serem feitas na amostragem do zooplâncton resultam do fato de que esses organismos apresentam uma distribuição não uniforme, exibindo diferentes padrões de segregação espacial, apresentando gradientes ou mosaicos em suas abundâncias tanto verticais quanto horizontais na coluna de água.

Segundo Fleminger e Clutter (1965), a distribuição em "manchas" das comunidades planc-tônicas diminui a precisão de sua amostragem, afetando a acurácia das estimativas das densidades populacionais. Além disso, o tamanho dos organismos varia de poucos micrômetros a alguns milímetros e a sua habilidade em evitar diferentes equipamentos coletores varia nas espécies com o estágio de desenvolvimento, tamanho, forma, consistência e comportamento (DE BERNARDI, 1984).

Quando se deseja observar padrões verticais de distribuição, observar a ocorrência ou não de migração vertical ou estimar as densidades dos organismos em diferentes camadas da coluna d'água, amostradores pontuais, como as armadilhas de plâncton, além de bombas de sucção são bastante utilizadas (KOSLOWSKY-SUZUKI; BOZELLI, 1998).

As armadilhas de plâncton são equipamentos especialmente desenhados para a coleta de organismos zooplanc-tônicos. Normalmente, elas possuem certas características estruturais que a eliminam muito dos inconvenientes apresentados pelos outros métodos. As maiores vantagens desse equipamento referem-se à precisão do volume filtrado e ao modo de fechamento do aparato.

Este estudo teve como objetivo determinar a eficiência de captura de zooplâncton lacustre de um aparato limnológico desenvolvido pelos autores no Laboratório de Gestão de Reservatórios Tropicais, que consiste em uma armadilha de acrílico transparente do tipo Schindler-Patalas, comparando com os resultados obtidos a partir de uma armadilha clássica do tipo Clarke-Juday. A performance dos equipamentos foi avaliada comparando-se uma série de amostras de zooplâncton de uma represa eutrofizada (Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais) e uma oligotrófica (Represa de Furnas, Minas Gerais).

MATERIAIS E MÉTODOS

Aparatos limnológicos

A armadilha do tipo Schindler-Patalas (Fig. 1), que no decorrer do texto chamaremos de armadilha acrílica, consiste em uma caixa de acrílico (1,5 mm de espessura de parede), com 50 cm de comprimento, portas de entrada e saída de água com 0,04 m² de abertura e capacidade para 17,3 litros. Ela é envolvida por uma estrutura em ferro tratado, o que possibilita proteção contra choques externos que poderiam danificar a estrutura acrílica. Por tratar-se de uma caixa de acrílico com dimensão vertical três vezes superior à dimensão lateral, há uma diminuição no efeito de produção de ondas de pressão no momento do fechamento (oblíquo) do aparato. No mecanismo de esgotamento da armadilha, foram utilizados materiais de PVC, nos quais redes de diferentes tamanhos de malha po-

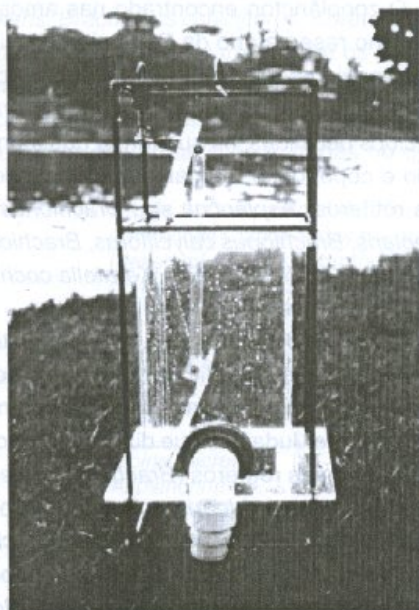


Figura 1. Armadilha acrílica do tipo Schindler-Patalas para captura de zooplâncton desenvolvida no Laboratório de Gestão de Reservatórios - ICB, UFMG.

dem ser acopladas, dependendo do objeto de estudo em questão. No manuseio do equipamento são utilizadas duas cordas, sendo uma no controle da descida na coluna d'água e outra para o acionamento do mecanismo fechamento da armadilha.

A armadilha de Clarke-Juday é um aparato de latão, com capacidade para 5,1 litros. O seu mecanismo de fechamento das portas é horizontal e paralelo, sendo acionado através do lançamento de um mensageiro (Fig. 2).



Figura 2. Armadilha de latão de Clarke-Juday.

Amostragens e análises

Reservatório da Pampulha

No reservatório da Pampulha, situado no município de Belo Horizonte, Minas Gerais (19°55'09"S e 43°56'47"W), três réplicas foram coletadas à profundidade de 2,0 m com a armadilha de Clarke-Juday e armadilha acrílica (ambos aparatos utilizaram uma rede de malha de 90 µm). Os organismos foram acondicionados em frascos de polietileno de 300 ml contendo algumas gotas de Rosa de Bengala e 10 ml de formalina a uma concentração final de 2-4% para as contagens em laboratório.

As amostras do mesozooplâncton (organismos com mais de 200 µm – cladóceros e copépodos) foram contadas e medidas em sua totalidade, utilizando-se lupa Leica Wild M3C (aumento de 10 x). Já para os organismos do microzooplâncton (organismos com menos de 200 µm – Náuplios de copépodos e rotíferos), quando não era possível processar toda a amostra, três subamostras foram contadas em câmara de Sedgewick-rafter sob microscópio binocular Leica DMLB (aumento de 40 x). A subamostragem foi realizada retirando-se alíquotas de 1 ml da amostra homogeneizada, com o auxílio de uma pipeta não-seletiva de Hensel-Stempel. As contagens consistiram no registro de, no mínimo, 250 indivíduos por amostra.

Represa de Furnas

Na Represa de Furnas, localizada no curso médio do Rio Grande, no sul do Estado de Minas Gerais (20° 40'S – 46° 19'W), amostras em triplicatas foram obtidas para cada aparato na profundidade de 4 m. Tanto o acondicionamento e fixação dos organismos no campo, quanto os procedimentos de laboratório (contagem e medição) foram realizados de maneira similar ao descrito para o reservatório da Pampulha.

Determinação da abundância e biomassa

As contagens, aliadas às medidas, serviram de base para a avaliação da abundância do zooplâncton na coluna d'água, bem como de sua biomassa. Esse último parâmetro foi obtido alometricamente, com a aplicação das medidas à equações alométricas disponíveis para crustáceos zooplânctônicos, como a de Botrell *et al.* (1976):

$$B = a * L^b$$

Onde B = biomassa em µgPS; L = comprimento do corpo em mm; a e b = coeficientes que variam para cada espécie ou grupo

considerado. Foram utilizados os seguintes coeficientes: *Daphnia* sp. (a = 6,0; b = 3,62), *Diaphanosoma* sp. e *Moina* sp. (a = 6,95; b = 2,07), *Bosmina* sp. e *Ceriodaphnia* sp. (a = 15,1; b = 2,52), Cyclopoida (a = 4,18; b = 2,64), Calanoida (a = 6,81; b = 2,11), Náuplio de Cyclopoida e Calanoida (a = 1,64; b = 0,57) (GELLER; MULLER, 1985).

Os cálculos para a determinação da biomassa (descrito acima) e da abundância das espécies na coluna de água dos dois reservatórios estudados foram realizados em um programa de computador escrito em linguagem Turbo Pascal 5.1. O teste T de Student foi aplicado aos dados com o objetivo de se diferenciar a eficiência de amostragem entre os dois aparatos.

RESULTADOS

Reservatório da Pampulha

O zooplâncton encontrado nas amostras no reservatório da Pampulha consistia dos seguintes microcrustáceos: o cladóceros *Moina* sp. e o copépodo ciclopóide *Thermocyclops decipiens*, na sua forma adulta, náuplio e copepodito, e finalmente as espécies de rotíferos: *Asplanchna* sp., *Brachionus urceolaris*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus patulus*, *Keratella tropica*, *Keratella cochlearis* e *Poyarthra* sp.

Os dados de abundância (Tab. 1) mostram que a armadilha acrílica produziu uma estimativa significativamente diferente da armadilha Clarke-Juday no que diz respeito à captura de alguns rotíferos (*Brachionus urceolaris*, *Keratella cochlearis* e *Poyarthra* sp.) e microcrustáceos (o copépodo *Thermocyclops decipiens*, na sua forma adulta e copepodito). Entretanto, para o microcrustáceo *Moina* sp. (cladóceros), não foram detectados padrões consistentes nas diferenças de amostragem entre as armadilhas.

Tabela 1. Comparação da eficiência de captura de zooplâncton entre as armadilhas Clarke-Juday e a armadilha acrílica do tipo Schindler-Patalas (desenvolvida no Laboratório de Gestão de Reservatórios – ICB, UFMG) no Reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, MG). Os valores médios e o desvio padrão (DP) da abundância (org. l⁻¹) para vários grupos taxonômicos amostrados foram calculados. Asteriscos: valores com diferença significativa entre armadilhas ($p \leq 0,05$).

Organismos	Clarke-Juday		Acrílica	
	Org. l ⁻¹	DP	Org. l ⁻¹	DP
<i>Moina micrura</i>	13,82	1,56	14,17	5,25
<i>Asplanchna</i> sp.	27,70	4,78	43,50	18,08
<i>Brachionus urceolaris</i>	164,77	33,63	387,47*	43,87
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,73	1,27	5,60	5,55
<i>Brachionus patulus</i>	1,57	1,37	1,53	1,33
<i>Keratella tropica</i>	61,33	60,23	140,67	14,36
<i>Keratella cochlearis</i>	22,77	1,34	63,97*	3,07
<i>Polyarthra</i> sp.	317,27	69,28	175,73*	37,33
<i>Thermocyclops decipiens</i>	36,04	1,92	76,14*	19,33
Náuplio	640,50	173,20	851,97	24,33
copepodito	28,20	6,15	64,90*	20,76

Verificamos que também ocorreram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as estimativas de biomassa para os diferentes aparatos (Tab. 2). No grupo dos rotíferos, foram observadas diferenças para *Brachionus urceolaris*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella tropica* e *Keratella cochlearis* e entre os microcrustáceos, para o copépodo *Thermocyclops decipiens*. Quando observamos a eficiência da captura das armadilhas testadas no que

tange à abundância e biomassa para os grandes grupos – microcrustáceos (Fig. 3) e rotíferos (Fig. 4) e também para o zooplâncton total capturado (Fig. 5) – as diferenças entre os dois aparatos tornam-se mais evidentes. Houve diferenças significativas entre as duas armadilhas no que diz respeito à abundância amostrada para rotíferos, crustáceos e zooplâncton total. O mesmo podemos observar para biomassa no zooplâncton total (Fig. 6).

Tabela 2. Comparação da eficiência de captura de zooplâncton entre as armadilhas Clarke-Juday e a armadilha acrílica do tipo Schindler-Patalas (desenvolvida no Laboratório de Gestão de Reservatórios – ICB, UFMG) no Reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, MG). Os valores médios e o desvio padrão da biomassa ($\mu\text{gPS/L}$) para vários grupos taxonômicos amostrados foram calculados. Asteriscos: valores com diferença significativa entre armadilhas ($p \leq 0,05$).

Organismos	Clarke-Juday		Acrílica	
	$\mu\text{g PS.l}^{-1}$	DP	$\mu\text{g PS.l}^{-1}$	DP
<i>Moina micrura</i>	33,62	6,57	27,11	9,56
<i>Asplanchna</i> sp.	2,70	1,09	3,97	1,69
<i>Brachionus urceolaris</i>	3,26	0,49	7,93*	1,10
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,04	0,08	1,08*	0,52
<i>Brachionus patulus</i>	0,13	0,14	0,22	0,20
<i>Keratella tropica</i>	1,30	1,25	3,34*	0,34
<i>Keratella cochlearis</i>	0,28	0,02	0,84*	0,05
<i>Polyarthra</i> sp.	12,86	1,38	9,06	2,53
<i>Thermocyclops decipiens</i>	76,90	15,80	156,48*	47,70
Náuplio	22,22	22,22	84,24	7,26
copepodito	34,99	13,55	76,18	32,29

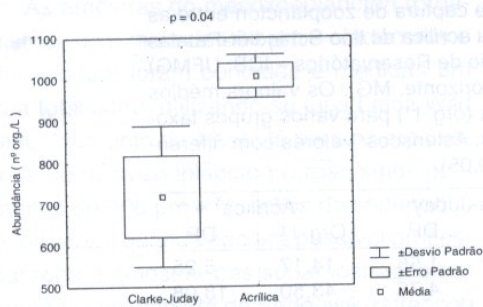


Figura 3. Valores médios, desvio padrão e erro padrão da abundância (org. l⁻¹) de microcrustáceos capturados pela armadilha Clarke-Juday e armadilha acrílica no Reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, Minas Gerais).

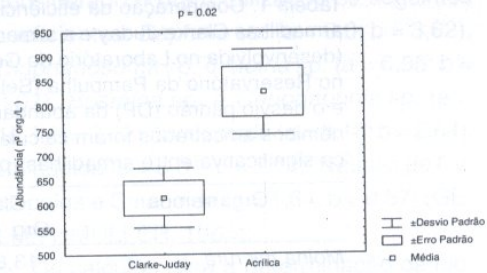


Figura 4. Valores médios, desvio padrão e erro padrão da abundância (org. l⁻¹) de rotíferos capturados na armadilha Clarke-Juday e acrílica no Reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, Minas Gerais).

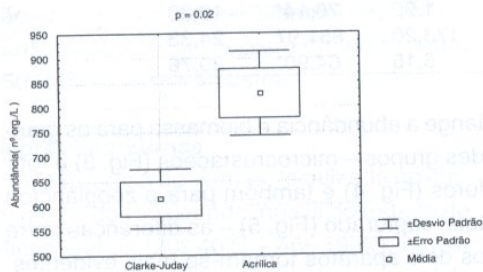


Figura 5. Valores médios, desvio padrão e erro padrão da abundância (org. l⁻¹) do zooplâncton total capturado na armadilha Clarke-Juday e acrílica no Reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, Minas Gerais).

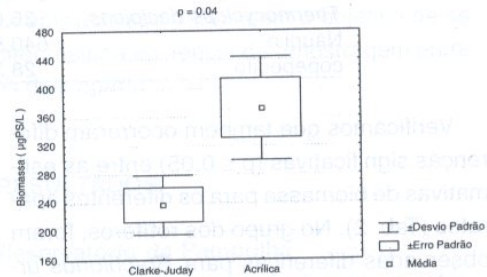


Figura 6. Valores médios, desvio padrão e erro padrão da biomassa (µgPS/L) do zooplâncton total capturado na armadilha Clarke-Juday e acrílica no Reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, Minas Gerais).

Represa de Furnas

Os organismos amostrados na Represa de Furnas consistiam basicamente de microcrustáceos cladóceros: *Moina* sp., *Bosmina* sp., *Diaphanosoma* sp. e copépodos: calanóides (em sua maioria) e ciclopoídes. Diferentemente das amostras no Reservatório da Pampulha, na Represa de Furnas não foram encontrados rotíferos.

Na Represa de Furnas, as amostras das três réplicas de cada aparato limnológico foram somadas devido à baixíssima densidade de organismos encontrada. Os dados de abundância e biomassa (Tab. 3) mostram que a armadilha acrílica forneceu uma estimativa bem superior àquela obtida através da arma-

dilha de Clarke-Juday para os copépodos na sua forma adulta, copepodito e náuplio. Entretanto, para os cladóceros não foram detectados padrões muito nítidos de diferenças entre os aparatos, à exceção de *Moina* sp., para a qual se obteve uma maior estimativa com a armadilha de latão.

Comparando-se as estimativas de abundância e biomassa entre as duas armadilhas, no que diz respeito ao zooplâncton total (Fig. 7 e 8), observamos que as diferenças encontradas são devido, na sua quase totalidade, às diferenças na captura dos copépodos. Entretanto, para os outros organismos zooplancônicos, as diferenças de amostragem são mínimas.

Tabela 3. Comparação da eficiência de captura de zooplâncton entre as armadilhas Clarke-Juday e a armadilha acrílica do tipo Schindler-Patalas (desenvolvida no Laboratório de Gestão de Reservatórios – ICB, UFMG). Os dados são referentes a amostras compostas (n = 3) obtidas no Reservatório de Furnas (MG). Os valores da abundância (n.º org./L) e biomassa (µgPS/L) para os vários grupos taxonômicos amostrados foram calculados.

Organismos	Clarke-Juday		Patalas	
	Org. l ⁻¹	µg PS.l ⁻¹	Org. l ⁻¹	µg PS.l ⁻¹
<i>Moina</i> sp.	1,53	3,36	0,42	1,29
<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,80	2,65	0,32	0,91
<i>Bosmina</i> sp.	1,67	1,04	1,22	0,78
<i>Daphnia</i> sp.	-	-	0,02	0,02
<i>Chaoborus</i> sp.	-	-	0,02	0,47
Copépodo adulto	1,73	15,56	3,84	34,70
náuplio	1,30	1,07	3,94	3,13
copepodito	16,67	57,28	22,78	80,96
Total	23,93	80,96	32,56	122,26

DISCUSSÃO

Os organismos zooplancônicos possuem a habilidade de detectar distúrbios hidrodinâmicos de forma visual e não visual, nadando rapidamente contra a sua fonte. Os cladóceros possuem olhos compostos sensíveis às variações de luminosidade na água. Entre os copépodos, as perturbações na água são detectadas através de cerdas sensoriais muito pequenas localizadas próximas às primeiras antenas. Já o díptero *Chaoborus*, predador invertebrado de distribuição cosmopolita, possui mecanorreceptores distribuídos ao longo do corpo que detectam mudanças geradas por outros organismos na água (INFANTE, 1988). Os organismos zooplancônicos variam consideravelmente na suas habilidades de evasão. Cladóceros e rotíferos são considerados pouco hábeis no mecanismo de evasão (de predadores ou aparatos limnológicos), enquanto copépodos e *Chaoborus* são considerados hábeis na evasão. A habilidade de fuga dos organismos zooplancônicos depende de sua capacidade em detectar modificações na água e na velocidade de nata-

ção. A velocidade de natação de várias espécies já foi quantificada, sendo os cladóceros considerados nadadores lentos. A velocidade dos daphnídeos, por exemplo, é de aproximadamente 6 cm/s, enquanto os copépodos, considerados nadadores rápidos, movem-se a uma velocidade de 30 a 50 cm/s, podendo chegar a até 145 cm/s para a espécie *Diaptomus kenai* (O'BRIEN, 1979).

Torna-se necessário, portanto, a utilização de aparatos limnológicos que capturem o zooplâncton de maneira eficiente, levando-se em conta as habilidades desses organismos na sua detecção. Isto é particularmente importante para os ambientes estudados no presente trabalho, onde pudemos constatar que, tanto no reservatório da Pampulha quanto na Represa de Furnas, os copépodos (ciclopóides – Reservatório da Pampulha, calanóides – Represa de Furnas) compreenderam mais de 95% da biomassa total amostrada.

A armadilha acrílica desenvolvida pelos autores mostrou-se eficiente na captura dos organismos zooplancônicos e o desempenho pode ser creditado às seguintes características: a transparência do aparato, devido ao

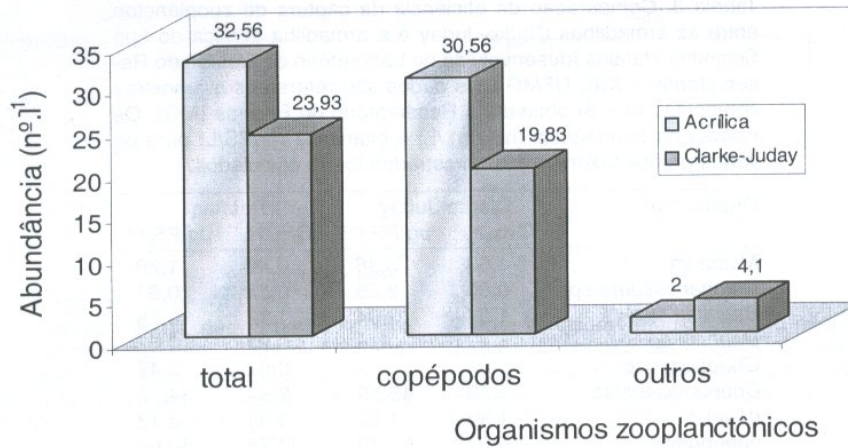


Figura 7. Valores de abundância (n°org.l⁻¹) total e entre grupos de organismos zooplanctônicos amostrados pela armadilha acrílica e Clarke-Juday na Represa de Furnas (Minas Gerais).

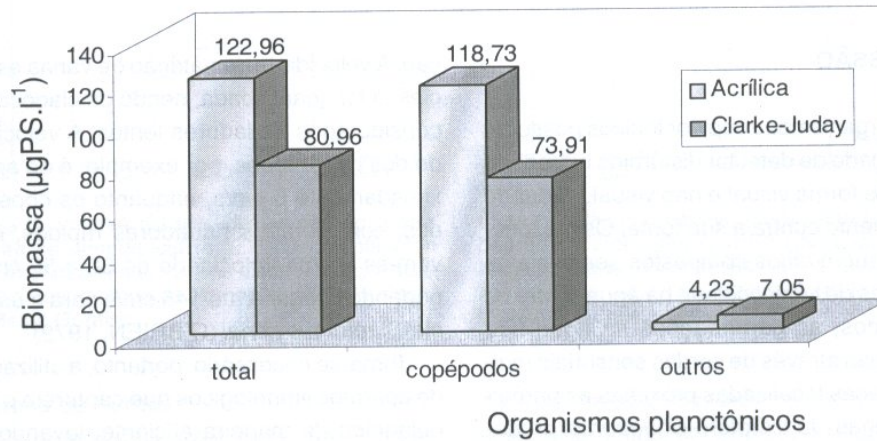


Figura 8. Valores de biomassa (µgPS.l⁻¹) total e entre grupos de organismos zooplanctônicos amostrados pela armadilha acrílica e Clarke-Juday na Represa de Furnas (Minas Gerais).

material (acrílico) utilizado para confeccioná-lo, que reduz a visibilidade e diminui a fuga dos organismos sensíveis às variações de luminosidade na coluna de água; o eficiente mecanismo de fechamento (com as portas fechando verticalmente), que evita grandes deslocamentos de água e, conseqüentemente, de pressão, reduzindo a possibilidade de reação de fuga pelos organismos zooplanctônicos (principalmente aqueles com maior

velocidade de natação); e uma estrutura metálica que a protege de quebras durante o manuseio no campo.

Comparando-se os dois aparatos limnológicos, observamos que, de um modo geral, a armadilha acrílica produziu melhor estimativa da densidade e biomassa do zooplâncton pelágico que aquela gerada pela armadilha Clarke-Juday. Isto pôde ser evidenciado, no Reservatório da Pampulha, na compara-

ção dos resultados de abundância e biomassa para o zooplâncton total capturado (Fig. 4 e 5) e para as espécies separadamente (Tab. 1 e 2) e nos resultados de abundância e biomassa na Represa de Furnas (Tab. 3). Os resultados alcançados pela armadilha acrílica, principalmente na captura de copépodos, demonstram a melhor performance desse aparato, sendo, portanto, essencial para utilização em trabalhos em que informações detalhadas sobre a dinâmica temporal e espa-

cial (distribuição vertical) das comunidades zooplanctônicas tornam-se necessárias.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (SMMA-PBH) e a Furnas Centrais Elétricas pelo apoio durante os trabalhos de coleta de dados e ao CNPq pela bolsa de doutoramento ao primeiro autor.

Referências

- BOTRELL, H. H. A. *et al.* A review of some problems in zooplankton studies. **Norwegian Journal of Zoology**, v. 44, p. 419-456, 1976.
- DE BERNARDI, R. Methods for the estimation of zooplankton abundance. In: DOWNING, J. A.; IGLER, F. H. (Ed.) **A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters**. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1984. p. 125-156.
- EDMONDSON, W. T.; WARD, H. B.; WHIPPLE, G. C. **Freshwater Biology**. New York: John Wiley & Sons, 1959. 1.248p.
- FLEMINGER, A.; CLUTTER, R. I. Avoidance of towed nets by zooplankton. **Limnol. Oceanogr.**, v. 10, p. 96-104, 1965.
- GELLER, W.; MULLER, H. Seasonal variability in the relationship between body length and individual dry weight as related to food abundance and clutch size in two coexisting *Daphnia* species. **Journal of Plankton Research**, v. 7, p. 1-18, 1985.
- HODGKISS, I. J. The use of simultaneous sampling bottle and vertical net collections to describe the dynamics of a zooplankton population. **Hydrobiologia**, v. 52, p. 197-205, 1977.
- INFANTE, A. G. **El plancton de las aguas continentales**. Washington, DC: Chesneau E. V., 1988. 435p.
- KOSLOWSKY-SUZUKI, B.; BOZELLI, R. B. Avaliação da eficiência de três amostradores na estimativa da abundância de organismos zooplanctônicos na Lagoa Cabiúnas. In: ESTEVES, F. A. (Ed.) **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (Nupme), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998. p. 273-281.
- MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Ediciones Omega, 1983. 1.010p.
- O'BRIEN, W. J. The predator-prey interaction of planktivorous fish and zooplankton. **American Scientist**, v. 67, p. 572-581, 1979.

