

Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil

Inventory of benthic macroinvertebrates diversity in the Peti Environmental Station Reservoir of Minas Gerais, Brazil

Filipe Leão Morgan da Costa¹

Augusto Oliveira¹

Marcos Callisto¹
callisto@icb.ufmg.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi inventariar a diversidade de macroinvertebrados bentônicos do reservatório na Estação Ambiental de Peti em uma escala espacial e temporal nos períodos de seca e chuvas entre junho de 2002 e junho de 2004. O reservatório de Peti foi construído há cerca de 50 anos com a finalidade de produção de energia elétrica. Os macroinvertebrados bentônicos são importantes na avaliação de qualidade de água e monitoramento ambiental através de inventários de diversidade e estrutura de comunidades. Foram coletados 16 táxons, sendo os grupos mais abundantes Chaoboridae (47,51%), Chironomidae dos gêneros *Coelotanytus* (15,1 %) e *Chironomus* (2,77 %), Bivalvia (19,11 %) e Oligochaeta (9,54 %). Não foram observadas diferenças significativas ($R = 0,1927$; $p > 0,05$) para os dados bióticos entre os períodos de seca e chuvas. A avaliação da distribuição e estrutura das comunidades estudadas demonstrou que a qualidade das águas do reservatório é boa, pois não houve predomínio de organismos indicadores de má qualidade. Esta situação é proporcionada pela constante oxigenação do hipolímnio, provavelmente devido ao modo de operação do reservatório.

Palavras-chave: comunidades bentônicas, reservatório, inventário.

Abstract

The aim of this study was to inventory the diversity of benthic macroinvertebrates of the reservoir of the Peti Environmental Station in Minas Gerais State through the evaluation of these communities in space and temporal scales during the rainy and dry periods from June - 2002 up to June - 2004. The Peti reservoir has almost 50 years and is used for hydropower generation. The benthic macroinvertebrates are an important tool for the evaluation of water quality and environment monitoring through inventories of diversity and data on community structure. A total of 16 taxa was found and the most abundant groups were Chaoboridae (47,51 %), the Chironomidae genera *Coelotanytus* (15,1%) and *Chironomus* (2,77%), Bivalvia (19,11%) and Oligochaeta (9,54%). There were no significant variations ($R = 0,1927$; $p > 0,05$) for the biotic data among the sampling stations during the studied periods. The evaluation of the distribution and structure of the benthic community showed that the quality of the reservoir's water is preserved, because there was no predominance of bad quality indicator organisms. This situation is due to the constant oxygenation of the hypolimnion which is probably related with the reservoir operation.

Key words: benthic communities, reservoir, inventory.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Ecologia de Bentos. CP. 486, CEP. 30.161-960, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Introdução

Reservatórios são corpos d'água formados pelo homem com diversas finalidades. Construídos para estocagem de água para abastecimento, controle de inundações e geração de energia, os reservatórios podem ser considerados corpos d'água intermediários entre rios e lagos, dependendo do seu tempo de retenção, que varia de acordo com sua operação (Brandimarte *et al.*, 1999; Henry, 1999; Kennedy, 1999).

A construção de reservatórios em larga escala nos últimos 50 anos estimulou o desenvolvimento de pesquisas limnológicas para avaliar principalmente a estrutura e função destes ambientes (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2003). Dentre estas, insere-se o estudo dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água em programas de monitoramento ambiental, principalmente através de inventários de diversidade e estrutura dessas comunidades (Klemm *et al.*, 2002; Bustos-Baez e Frid, 2003; Townsend *et al.*, 2004; Callisto *et al.*, 2005; Moretti e Callisto, 2005).

Os macroinvertebrados bentônicos vivem parte ou todo o seu ciclo de vida no fundo dos ecossistemas aquáticos, associados a diversos substratos, tanto orgânicos quanto inorgânicos. A distribuição e diversidade de macroinvertebrados são diretamente influenciadas pela estrutura do sedimento, quantidade de detritos orgânicos; e indiretamente afetadas por modificações nas concentrações de nutrientes e mudanças na produtividade primária (Ward, 1992). Estas modificações, por sua vez, estão intimamente relacionadas às características físicas e químicas da coluna d'água (Esteves, 1998). Dessa forma, as comunidades de macroinvertebrados bentônicos expressam claramente as condições ecológicas dos ecossistemas aquáticos que habitam.

Uma revisão bibliográfica sobre as vantagens da utilização destes organismos em estudos de avaliação

ambiental foi apresentada por Camargo *et al.* (2004). Contudo, apesar dos métodos de coleta e processamento das amostras serem padronizados, a maioria das chaves taxonômicas disponíveis são para a identificação dos macroinvertebrados bentônicos de países do hemisfério norte (Klemm *et al.*, 2002), o que dificulta a identificação em países tropicais (McCreadie *et al.*, 2004).

Estudos sobre a avaliação da qualidade da água em ambientes lênticos utilizando macroinvertebrados bentônicos nos EUA e na Europa resultaram na proposição de índices de qualidade para os lagos e reservatórios no estado de *New Jersey* (Blocksom *et al.*, 2002) e lagos franceses (Verneaux *et al.*, 2004).

Em muitas regiões do globo as represas correspondem a principal fonte de água e em continentes dominados por rios, como a América do Sul, são o principal objeto de estudo limnológico (Tundisi e Straskraba, 1999). Portanto, o conhecimento do funcionamento destes ecossistemas é uma questão de interesse econômico, social e científico (Tundisi e Straskraba, 1999; Kennedy *et al.*, 2003). Além disso, somente uma forte interação entre a pesquisa fundamental e o manejo dos reservatórios poderá tornar possível a manutenção da qualidade ambiental, a conservação da biodiversidade aquática e os múltiplos usos desses corpos d'água (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2003).

O objetivo deste trabalho foi inventariar os macroinvertebrados bentônicos no reservatório da Estação Ambiental de Peti através da avaliação dessas comunidades em escala espacial e temporal nos períodos de seca e chuvas de junho de 2002 a junho de 2004. Esse estudo está inserido no projeto "Re-inventário de Fauna e Flora na Estação Ambiental de Peti (CEMIG)", um convênio firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais e a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).

Área de estudo

A Estação Ambiental de Peti localiza-se nos municípios de Santa Bárbara e São Gonçalo do Rio Abaixo a cerca de 100 Km de Belo Horizonte. Com 604 ha é considerada uma área importante por se localizar no contraforte ocidental da Serra do Espinhaço, zona limítrofe entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical moderado úmido, com estação seca bem marcada de abril a setembro e temperatura média anual de 21,7°C.

A Estação Ambiental de Peti é banhada pelo rio Santa Bárbara, no trecho médio da bacia do rio Doce. A construção da Usina Hidrelétrica de Peti e a formação do reservatório ocorreram no período de 1941 a 1945, e a geração de energia elétrica em 1946.

O reservatório de Peti (19° 54.224' S – 43° 22.159' W) tem extensão aproximada de 15 Km e largura máxima de 600 m (Figura 1). A profundidade máxima do reservatório junto à barragem é de 36 m na cota 712 m. Nesta cota a área inundada é de 6 Km² e o volume de 42,9 milhões de m³. A tomada d'água está localizada na cota 696 m e o tempo de retenção da água é de 34 dias.

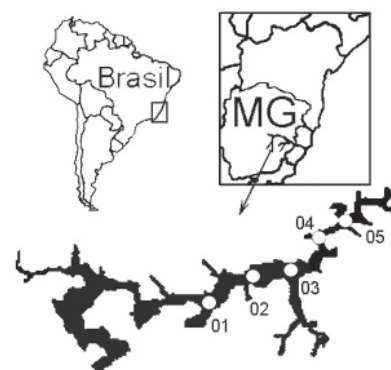


Figura 1. Mapa esquemático com a localização do Reservatório de Peti e as estações amostrais.

Figure 1. Schematic map with sampling stations of Peti reservoir.

Material e métodos

Foram realizadas seis campanhas de campo nos períodos de seca e chuvas nos meses de junho de 2002, fevereiro, junho e outubro de 2003, março e junho de 2004. As cinco estações amostrais localizaram-se no canal central do reservatório, estendendo-se desde o ponto mais próximo à entrada do rio Santa Bárbara (Estação 01) até o ponto mais próximo à barragem (Estação 05). De cada estação amostral foram coletadas cinco amostras de sedimento. Destas, três foram utilizadas para o estudo das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, e duas para a determinação da composição granulométrica e teores de matéria orgânica. As amostras de sedimento foram coletadas com uma draga de Eckman-Birge com área amostral de 0,0225 m².

As amostras de sedimento foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o Laboratório de Ecologia de Bentos do ICB/UFGM para serem lavadas sobre peneiras com abertura de malhas de 1,00, 0,50 e 0,25 mm, triadas com auxílio de microscópio estereoscópico e os exemplares fixados em álcool 70%. Os exemplares foram identificados taxonomicamente segundo Pérez (1988), Merritt e Cummins (1996) e Epler (2001). Após a identificação, todos os organismos foram depositados na Coleção de Referência de Macroinvertebrados Bentônicos do ICB/UFGM segundo Callisto *et al.* (1998). Para avaliar a estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou, segundo (Magurran, 1991), estimada a densidade de organismos (indivíduos m⁻²), a dominância de ocorrência (% de indivíduos), a riqueza taxonômica através do número total de táxons encontrados em cada ponto amostral e as proporções de grupos tróficos funcionais (Merritt e Cummins, 1996). Para a determinação de algumas variáveis limnológicas no reservatório foram coletadas amostras com uma

garrafa de Van-Dorn nos pontos de coleta em diferentes profundidades. Nas coletas de junho de 2002 a outubro de 2003 as profundidades foram: superfície, meio da coluna d'água (equivalente à metade da profundidade máxima) e fundo. Nas coletas de março e junho de 2004, aumentou-se o número de profundidades analisadas a fim de apurar os perfis limnológicos: superfície, Secchi (profundidade do disco de Secchi), Secchi x 3 (final da zona fótica), meio da coluna d'água (metade da profundidade máxima) e fundo (um metro acima do sedimento). As variáveis limnológicas mensuradas foram: temperatura (°C), pH, condutividade elétrica (µS cm⁻¹) e turbidez (NTU) utilizando-se um multi-sensor. A concentração de oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) foi determinada pelo método de Winckler. A determinação da

composição granulométrica foi realizada segundo Suguio (1973) e dos teores de matéria orgânica dos sedimentos por gravimetria.

Para avaliar as diferenças entre os pontos amostrais nos períodos de seca e chuvas foi utilizado o teste de regressão múltipla com os dados de composição das comunidades estudadas, variáveis da coluna d'água, granulometria e teores de matéria orgânica do sedimento. A riqueza taxonômica e densidade total de macroinvertebrados foram avaliadas por meio de uma análise de variância fatorial (ANOVA).

Resultados

Foram encontrados 16 táxons de macroinvertebrados durante o período estudado (Tabela 1). Destes, dois

Tabela 1. Macroinvertebrados coletados (%) no Reservatório de Peti durante o período do estudo.

Table 1. Macroinvertebrates collected (%) at Peti Reservoir during studied period.

Taxa	Grupos Tróficos	Estações amostrais				
		01	02	03	04	05
Mollusca						
Bivalvia	Filtrador	14,74	38,38			
Gastropoda						
Planorbidae	Raspador					1,27
Annelida						
Oligochaeta	Detritívoro	17,25	10,28	2,51		2,54
Arthropoda						
Insecta						
Ephemeroptera						
Polymitarcyidae	Coletor	1,84		2,51		
Coleoptera						
Elmidae	Coletor		0,69			
Odonata						
Gomphidae	Predador	0,92				
Diptera						
Ceratopogonidae	Predador	1,84				2,07
Chaoboridae	Predador	43,30	32,90	77,68	79,09	53,86
Chironomidae						
Ablabesmyia	Predador			2,51		
Chironomus	Coletor	1,84	0,69	2,28	3,60	10,97
Cladopelma	Coletor					1,27
Coelotanytus	Predador	12,90	17,07	12,53	14,65	16,57
Cryptochironomus	Predador					2,54
Polypedilum	Coletor	0,92				5,08
Saetheria	Coletor	2,76				
Tanytarsus	Coletor	1,68				3,81

são representantes de Mollusca, um Annelida e 13 Insecta. Os organismos encontrados em maior abundância no reservatório foram Chaoboridae (47,51 %), Chironomidae (21,55 %) pertencentes a *Coelotanytus* (15,10 %), *Chironomus* (2,77 %), *Tanytarsus* (0,97 %), *Polypedilum* (0,92 %), *Saetheria* (0,80%), *Ablabesmyia* (0,27 %) e *Cladopelma* (0,16%), Bivalvia (19,11 %) e Oligochaeta (9,54 %).

Os valores de riqueza taxonômica variaram de 4 a 11 nos pontos amostrais. O maior valor do índice de diversidade de Shannon-Wiener foi encontrado na estação 01 e o menor valor na estação 04 (Tabela 2).

O teste de regressão múltipla considerando as coletas nas estações amostradas demonstrou a ausência de diferenças na riqueza taxonômica e densidade total de macroinvertebrados entre as estações amostrais ($R = 0,1927$; $p > 0,05$) evidenciando uma distribuição uniforme dessas comunidades no ecossistema.

O reservatório apresentou-se estratificado em todas as coletas. Contudo, as menores variações de temperatura entre superfície e fundo, indicando uma maior possibilidade de mistura (desestratificação) foram observadas nos períodos de seca. Entretanto, apesar da estratificação térmica, não foi observada anoxia do hipolímnio em nenhuma das coletas durante o período de estudo.

O teste de regressão múltipla indicou uma alta relação significativa entre as variáveis físicas e químicas e os pontos amostrais no decorrer das coletas ($R = 0,9373$; $p < 0,001$). Dentre as variáveis mensuradas ficou evidente que temperatura, condutividade elétrica e granulometria (frações de areia grossa e areia muito grossa) foram as que apresentaram maiores variações espaciais no reservatório (Tabela 3).

A diferença significativa na riqueza taxonômica, entre os períodos de seca e chuvas deveu-se ao elevado valor encontrado em junho de 2003 (ANOVA, $F = 8,809$, $p < 0,001$) (Figura 2). As comunidades estudadas

apresentaram densidades médias inferiores a 200 ind.m⁻², com exceção do mês de junho de 2003 (ANOVA, $F = 14,872$, $p < 0,05$) (Figura 3).

Grupos tróficos funcionais

Nos meses de junho de 2002, fevereiro e outubro de 2003 os coletores foram predominantes, correspondendo a mais de 70 % do total de indivíduos coletados (Figura 4). Os organismos coletores observados foram Oligochaeta e Chironomidae,

que foram os mais abundantes. Apenas na primeira amostragem ocorreram organismos raspadores (Planorbiidae).

Larvas de Chaoboridae foram encontradas a partir de junho de 2003 e tornaram-se abundantes em todas as amostragens, exceto no mês de março de 2004, quando representaram apenas 12% dos indivíduos amostrados. Ainda nesta coleta, foram encontrados exemplares de filtradores (Bivalvia), que correspondem a 23% dos organismos.

Tabela 2. Valores de riqueza taxonômica, equitabilidade de Pielou, diversidade de Shannon-Wiener e densidade total (ind. m⁻²) para os organismos coletados durante o período do estudo no reservatório de Peti.

Table 2. Taxonomic richness, Pielou evenness, Shannon-Wiener diversity and total density (ind. m⁻²) indexes for collected organisms at Peti reservoir.

Parâmetros	Estações amostrais				
	01	02	03	04	05
Riqueza Taxonômica	11	6	6	4	10
Equitabilidade (J) Pielou	0,703	0,746	0,458	0,493	0,663
Diversidade (H) Shannon-Wiener	1,687	1,337	0,820	0,683	1,528
Densidade Total	4.776	6.420	1.756	1.502	2.124

Tabela 3. Resultados da análise de regressão múltipla entre as variáveis físicas e químicas mensuradas e as estações amostrais no Reservatório de Peti. Valores significativos estão sublinhados.

Table 3. Results of multiple regression analysis between physical and chemical variables and sampling stations at Peti reservoir. Significant values are underlined.

Parâmetros	Regressão Múltipla $R = 0,9731$	
	Beta	p
Temperatura	<u>-0,81221</u>	<u>0,00004</u>
pH	0,14555	0,11262
Condutividade elétrica	-0,89117	0,00000
Oxigênio dissolvido	0,04922	0,68296
Turbidez	-0,09300	0,10920
Teor de matéria orgânica	0,03068	0,67592
Cascalho	0,09354	0,59666
Areia muito grossa	-0,54846	0,11287
Areia grossa	<u>0,56194</u>	<u>0,03146</u>
Areia média	-0,04844	0,70639
Areia fina	-0,21121	0,19692
Areia muito fina	<u>-0,26961</u>	<u>0,00033</u>
Silte e argila	0,04318	0,60265

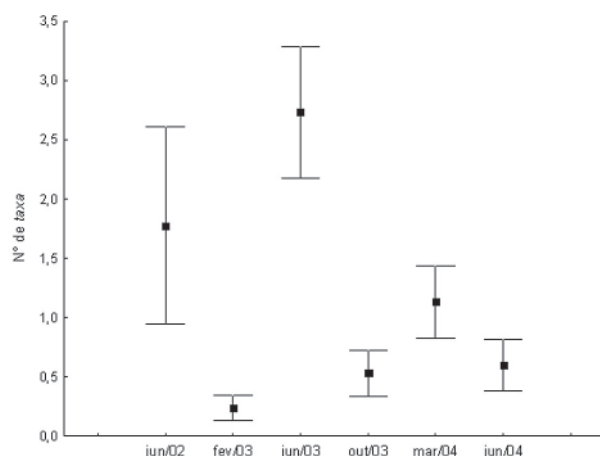


Figura 2. Riqueza taxonômica (valores de média e erro padrão) das comunidades de macroinvertebrados bentônicos no Reservatório de Peti.

Figure 2. Taxonomic richness (average and stand error) of benthic macroinvertebrate communities at Peti reservoir.

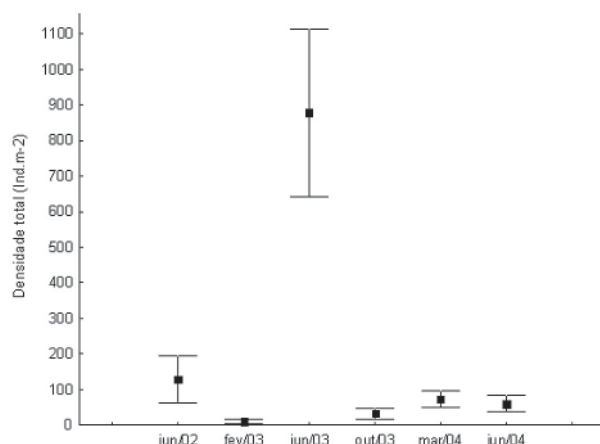


Figura 3. Densidade total (valores de média e erro padrão) de macroinvertebrados bentônicos no Reservatório de Peti.

Figure 3. Total density (average and stand error) of benthic macroinvertebrate communities at Peti reservoir.

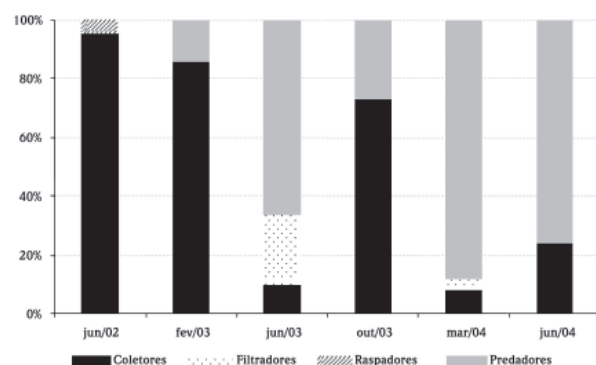


Figura 4. Proporção dos grupos tróficos funcionais (%) de macroinvertebrados no Reservatório de Peti.

Figure 4. Functional trophic groups proportion (%) of macroinvertebrates at Peti reservoir.

Em março de 2004 o principal grupo de predadores foi *Coelotanypus* sp. (68 % dos macroinvertebrados), sendo ainda encontrados alguns exemplares de filtradores e poucos coletores como Polymitarcyidae (Figura 4).

Discussão

A baixa riqueza taxonômica das comunidades bentônicas no reservatório de Peti era esperada, uma vez que reservatórios em geral apresentam uma baixa diversidade de fauna bentônica quando comparados com lagos naturais (Wetzel, 1990).

Segundo Henry (1995) a estratificação é evidente em reservatórios cujo tempo de retenção é maior que 40 dias. Contudo, esse mesmo autor detectou a existência de oxigênio no hipolímnio em reservatórios oligotróficos, apesar da ocorrência de períodos de estratificação térmica. Naqueles reservatórios observou-se o perfil clinogrado de oxigênio dissolvido mesmo durante o período de desestratificação devido às altas temperaturas do hipolímnio, mas não foram observadas condições de anoxia.

O posicionamento da tomada d'água é um fator importante na determinação da distribuição do oxigênio em reservatórios. Segundo vários autores (Straskraba *et al.*, 1993; Kennedy, 1999; Casamitjana *et al.*, 2003) a tomada d'água superficial aumenta o tempo de residência das águas hipolimnéticas e permite que processos oxidativos consumam o oxigênio desta zona. Por outro lado, a tomada d'água mais próxima do fundo resulta em um hipolímnio mais quente, porém reduz o tempo de residência dessa camada diminuindo a ocorrência de condições anaeróbicas.

No caso do reservatório de Peti, a tomada d'água localiza-se numa posição mediana. A retirada da água nesta profundidade produz diferentes camadas com alta variabilidade nos fatores químicos e temperatura em ecossistemas lacustres (Henry, 1995).

Dependendo de sua força e vazão, pode evitar a desestratificação nos meses mais frios (Cole e Hannan, 1990), como foi observado. Entretanto, segundo esses mesmos autores, a tomada d'água nesta posição apresenta essencialmente os mesmos efeitos sobre a concentração de oxigênio no hipolímnio que a tomada de fundo.

A densidade de larvas de Chaoboridae pode, portanto, estar relacionada ao hipolímnio oxigenado. Segundo Voss e Mumm (1999), a predação é o fator principal na regulação da migração vertical diária das larvas de Chaoboridae e os fatores abióticos (p. ex. luz e oxigênio) agem como fatores acessórios na regulação desse processo, modificando o risco de predação para as larvas. Desta forma, larvas de Chaoboridae utilizam o hipolímnio anóxico como refúgio de predadores. Entretanto o hipolímnio oxigenado obriga as larvas a buscar abrigo no sedimento no período diurno (Bezerra-Neto e Pinto-Coelho, 2002). Os Chironomidae do gênero *Chironomus* são capazes de resistir a baixas concentrações de oxigênio e podem apresentar metabolismo anaeróbico (Real *et al.*, 2004; Higuti e Takeda, 2002). Classificados como coletores (Wiederholm, 1983; Merritt e Cummins, 1996), os representantes de *Chironomus* correspondem ao segundo gênero mais abundante ficando atrás de *Coelotanytus*. Os Tanypodinae são predominantemente carnívoros, localizam-se no topo da cadeia alimentar das comunidades bentônicas e sua abundância é regulada pela disponibilidade de presas (Epler, 2001).

Os estudos da composição taxonômica e distribuição espaço-temporal de macroinvertebrados bentônicos em reservatórios devem considerar os procedimentos operacionais (Brandimarte *et al.*, 1999). Como a vazão efluente varia constantemente, a fauna bentônica está sujeita às rápidas flutuações nas características físicas e químicas do ecossistema aquático. Devido à sua flexibilidade e capacidade

de produzir energia instantaneamente, as hidrelétricas normalmente operam com picos de geração (Ford, 1990). Dessa forma, a energia é gerada, ou seja, a água é liberada durante as horas de picos de demanda de energia. A Figura 5 apresenta os valores das vazões médias afluente, vertida, turbinada e total (vertida + turbinada) nos dias das coletas no reservatório de Peti.

De acordo com os resultados obtidos, os maiores valores para as variáveis bióticas, observando-se todos os pontos do reservatório, foram encontrados no mês de menor operação (junho de 2003). Os menores valores registrados para estas mesmas variáveis, por outro lado, foram observados nos meses de maior operação. Não foram encontradas referências que relacionassem a operação do reservatório às comunidades bentônicas, contudo os resultados indicaram uma relação inversa entre estes parâmetros.

Reservatórios nunca estão em equilíbrio (*steady state*). Cada reservatório é único e todos variam especificamente de ano para ano como um resultado da dinâmica e do transporte (Ford, 1990). A dinâmica do reservatório de Peti variou espacial e temporalmente. Espacial-

mente, variou com relação à maioria das variáveis abióticas. Contudo, a dinâmica de sua operação permitiu a oxigenação do hipolímnio e conseqüente colonização de todo o canal do reservatório. Temporalmente, observou-se a variação dos organismos no reservatório como um todo, apresentando uma relação inversa com a sua operação. Com base nos dados obtidos pode-se concluir que a qualidade ambiental do reservatório de Peti está preservada, uma vez que não houve predomínio de organismos considerados indicadores de má qualidade.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), com o apoio do CNPq e Universidade Federal de Minas Gerais que proporcionaram bolsas de iniciação científica aos dois primeiros autores. Os autores agradecem aos colegas do Laboratório de Ecologia de Bentos (UFMG) pela colaboração, nas coletas e processamento de amostras. Agradecimentos especiais às biólogas Juliana França e Joana D'Arc de Paula e aos funcionários da Estação Ambiental de Peti pela acessibilidade e colaboração.

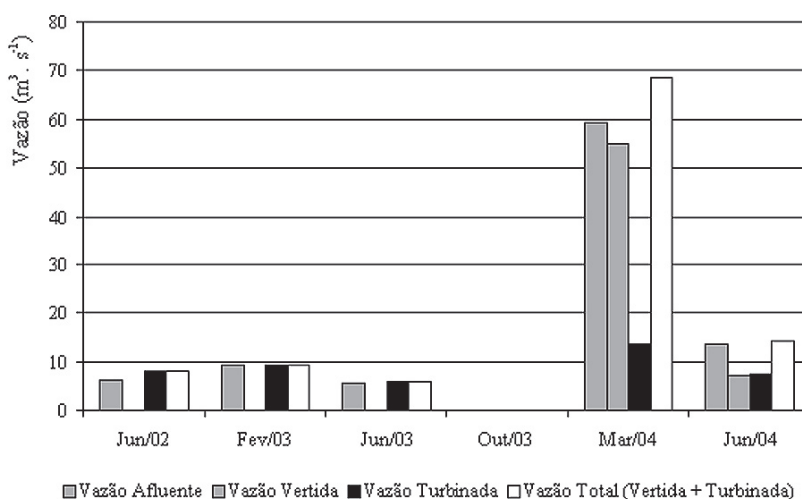


Figura 5. Valores de vazão afluente, vazão vertida, vazão turbinada e vazão total (vazão vertida + vazão turbinada) correspondentes aos dias das coletas realizadas no Reservatório de Peti (CEMIG).

Figure 5. Values of hydrological parameters measured during sampling dates at Peti reservoir.

Referências

- BEZERRA-NETO, J.F. e R. M. PINTO-COELHO. 2002. Migração vertical de larvas de *Chaoborus brasiliensis* (Theobald, 1901) (Diptera, Chaoboridae) em um reservatório tropical: Lagoa do Nado, Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum*, **24**:329-336.
- BLOCKSOM, K.A.; KURTENBACH, J.P.; KLEMM, D.J.; FULK F.A. e CORMIER, S.M. 2002. Development and evaluation of the Lake Macroinvertebrate Integrity Index (LMII) for New Jersey lakes and reservoirs. *Environmental Monitoring and Assessment*, **77**:311-333.
- BRANDIMARTE, A.L.; ANAYA, M. e SHIMIZU, G.Y. 1999. Comunidades de Invertebrados Bentônicos nas Fases de Pré-e-Pós Enchimento em Reservatórios: Um Estudo de Caso no Reservatório de Aproveitamento Múltiplo de Mogi-Guaçu (SP). In: R. HENRY (ed.), *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Botucatu, FAPESP FUNDIBIO, p. 377-407.
- BUSTOS-BAEZ, S. e FRID, C. 2003. Using indicator species to assess the state of macrobenthic communities. *Hydrobiologia*, **496**:299-309.
- CALLISTO, M.; BARBOSA, F.A.R. e VIANNA, J.A. 1998. Qual a importância de uma coleção científica de organismos aquáticos em um projeto de biodiversidade. In: IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Vitória, ES. *Anais...*, São Paulo, Edusp, **3**:432-439.
- CALLISTO, M.; GOULART, M.; BARBOSA, F.A.R. e ROCHA, O. 2005. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco River (Northeastern Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, **65**:1-6.
- CAMARGO, J.A.; ALONSO, A. e DE LA PUENTE, M. 2004. Multimetric assessment of nutrient enrichment in impounded rivers based on benthic macroinvertebrates. *Environmental Monitoring and Assessment*, **96**:233-249.
- CASAMITJANA, X.; SERRA, T.; COLOMER, J.; BASERBA, C. e PÉREZ-LOSADA, J. 2003. Effects of the water withdrawal in the stratification patterns of a reservoir. *Hydrobiologia*, **504**:21-28.
- COLE, T.M. e HANNAN, H.H. 1990. Dissolved oxygen dynamics. In: K.W. THORNTON; B.L. KIMMEL e F.E. PAYNE (eds.), *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. New York, John Wiley and Sons, p. 71-109.
- EPLER, J.H. 2001. *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina*. North Carolina, North Carolina Department of Environmental and Natural Resources – Division of Water Quality.
- ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP, 602 p.
- FORD, D.E. 1990. Reservoir Transport Processes. In: K.W. THORNTON; B.L. KIMMEL e F.E. PAYNE (eds.), *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. New York, John Wiley and Sons, p. 35-45.
- HENRY, R. (ed.). 1999. *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Botucatu, FAPESP FUNDIBIO, 799 p.
- HENRY, R. 1995. The thermal structure of some lakes and reservoirs in Brazil. In: J.G. TUNDISI; C.E.M. BICUDO e T. MATSUMURA-TUNDISI (eds.), *Limnology in Brazil*. ABC/SBL, Rio de Janeiro, p. 351-363.
- HIGUTI, J. e TAKEDA, A.M. 2002. Spatial and temporal variations in densities of chironomid larvae (Diptera) in two lagoons and two tributaries of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **62**:807-818.
- KENNEDY, R.H. 1999. Reservoir design and operation: limnological implications and management opportunities. In: J.G. TUNDISI e M. STRASKRABA (eds.), *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos, International Institute of Ecology, 1-28 p.
- KENNEDY, R.H.; TUNDISI, J.G.; STRASKRÁBOVÁ, V.; LIND, O.T. e HEJZLAR, J. 2003. Reservoirs and the limnologists's growing role in sustainable water resource management. *Hydrobiologia*, **504**:11-12.
- KLEMM, D.J.; BLOCKSOM, K.A.; THOENY, W.T.; FULK, F.A.; HERLIHY, A.T.; KAUFMANN, P.R. e CORMIER, S.M. 2002. Methods development and use of macroinvertebrates as indicators of ecological conditions for streams in the Mid-Atlantic Highlands Region. *Environmental Monitoring and Assessment*, **78**:169-212.
- MAGURRAN, A.E. 1991. *Ecological diversity and its measurement*. London, Chapman and Hall, 179 p.
- MCCREADIE, J.W.; HAMADA, N. e GRILLET, M.E. 2004. Spatial-temporal distribution of preimagining blackflies in Neotropical streams. *Hydrobiologia*, **513**:183-196.
- MERRITT R.W. e CUMMINS, K.W. (eds.). 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3ª ed., Dubuque, Kendall/Hunt, 758 p.
- MORETTI, M. e CALLISTO, M. 2005. Bio-monitoring of benthic macroinvertebrates in the middle Doce River watershed. *Acta Limnologica Brasiliensia*, **17**:267-282.
- PÉREZ, G.R. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogotá, Fondo Fen Colombia, Colciencias/Universidad de Antioquia, 217 p.
- REAL, M.; RIERADEVALL, M. e PRAT, N. 2004. *Chironomus* species (Diptera: Chironomidae) in the profundal benthos of Spanish reservoirs and lakes: factors affecting distribution patterns. *Freshwater Biology*, **43**:1-18.
- STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. e DUNCAN, A. 1993. State-of-the-art of reservoir limnology and water quality management. In: M. STRASKRABA; J.G. TUNDISI e A. DUNCAN (eds.), *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 291 p.
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo, Edgard Blucher Ltda./EDUSP, 317 p.
- TOWSEND, C.R.; DOWNES, B. J.; PEACOCK, K. e ARBUCKLE, C.J. 2004. Scale and detection of land-use effects on morphology, vegetation and macroinvertebrate communities of grassland streams. *Freshwater Biology*, **49**:448-462.
- TUNDISI, J.G. e STRASKRABA, M. (eds.). 1999. *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications*. São Carlos, International Institute of Ecology, 585 p.
- TUNDISI, J.G. e MATSUMURA-TUNDISI, T. 2003. Integration of research and management in optimizing multiple uses of reservoirs: the experience of South America and Brazilian case studies. *Hydrobiologia*, **500**:231-242.
- VERNEAUX, V.; VERNEAUX, J.; SCHIMITT, A.; LOVY, C. e LAMBERT, J.C. 2004. The Lake Biotic Index (LBI): an applied method for assessing the biological quality of lakes using macrobenthos, the Lake Châlain (French Jura) as an example. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, **40**(1):1-9.
- VOSS, S. e MUMM, H. 1999. Where to stay by night and day: size-specific and seasonal differences in horizontal and vertical distributions of *Chaoborus flavicans* larvae. *Freshwater Biology*, **42**:201-213.
- WARD, J.V. 1992. *Aquatic insect ecology: biology and habitat*. New York, John Wiley & Sons, 438 p.
- WETZEL, R.G. 1990. Reservoirs Ecosystems: Conclusions and Speculations. In: K.W. THORNTON; B.L. KIMMEL e F.E. PAYNE (eds.), *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. John Wiley and Sons, New York.
- WIEDERHOLM, T. (ed.). 1983. Chironomidae of the Holarctic region: keys and diagnoses Part 1. Larvae. *Entomologica Scandinavica*, **19**:1-457.

Submetido em: 12/4/2006

Aceito em: 22/5/2006