

## A luminosidade afeta a estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em rios de pequeno porte?

Does brightness affect the structure of the benthic invertebrate community in small rivers?

¿La luminosidad afecta la estructura de la comunidad de invertebrados béticos en ríos pequeños?

Lucas Rezende Penido Paschoal<sup>1</sup>, Erminda da Conceição Guerreiro Couto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdades de Inovação e Tecnologia de Minas Gerais, MG, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, BA, Brasil.

### RESUMO

**Introdução:** Macroinvertebrados que habitam ambientes dulciaquícolas constituem um grupo altamente diversificado de organismos, sendo representados por diversos filos.

**Objetivo:** Verificar se existem diferenças na estrutura das comunidades bentônicas em áreas iluminadas ou sombreadas ao longo de um trecho do Rio dos Mangues em Porto Seguro no estado da Bahia.

**Métodos:** Foram selecionadas aleatoriamente sete áreas expostas à luminosidade e sete sombreadas, ao longo de um trecho do Rio dos Mangues (Porto Seguro, Bahia, Brasil), nas quais o sedimento foi coletado com auxílio de um tubo extrator.

**Resultados:** Foram registrados 627 indivíduos, sendo a classe Insecta predominante, com 604 indivíduos. A Ordem Diptera representou 90,6% do total de indivíduos amostrados, sendo a família Chironomidae a mais abundante em ambas as áreas. Comparando-se as áreas amostradas, àquelas expostas a luz apresentaram maiores valores de diversidade, dominância e riqueza. Treze táxons foram registrados nestas áreas, enquanto que nas áreas sombreadas somente seis táxons foram constatados.

**Conclusão:** A comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio dos Mangues apresenta diferenças em sua composição e distribuição em relação à exposição ou não a luz. Além disso, a alta dominância da família Chironomidae, associada à baixa diversidade de outros grupos de insetos, pode indicar que o Rio dos Mangues já está refletindo processos de degradação.

**Palavras-chave:** Macroinvertebrados, Chironomidae, Rio dos Mangues, Porto Seguro.

### ABSTRACT

**Introduction:** Macroinvertebrates that inhabit freshwater environments constitute a highly diverse group of organisms, being represented by several phyla.

**Objective:** To verify if there are differences in the structure of benthic communities in illuminated or shaded areas along a stretch of the Mangues River in Porto Seguro in the state of Bahia.

**Methods:** Seven areas exposed to light and seven shaded areas were randomly selected along a stretch of the Mangues River (Porto Seguro, Bahia, Northeastern Brazil), in which the sediment was collected, with the aid of an extractor tube.

**Results:** A total of 627 individuals were recorded, the class Insecta was predominant, with 604 individuals. The order Diptera represented 90.6% of the total sampled individuals, with the Chironomidae family being the most abundant taxon in both areas. Comparing the sampled areas, those exposed to light showed higher values of diversity, dominance and richness. Thirteen taxa were recorded in these areas, while in shaded areas only six taxa were registered.

**Conclusion:** The benthic invertebrate community of the Mangues River shows differences in its composition and distribution in relation to exposure or not to light. In addition, the high dominance of the Chironomidae family, associated with the low diversity of other groups of insects, may indicate that the Mangues River is already reflecting degradation processes.

**Keywords:** Macroinvertebrates, Chironomidae, Mangues River, Porto Seguro.

#### Correspondência:

Lucas Rezende Penido Paschoal

Faculdades de Inovação e Tecnologia de Minas

Gerais, Minas Gerais, Brasil.

Email:

lucasrezende20@gmail.com

## RESUMEN

**Introducción:** Los macroinvertebrados que habitan los entornos de ambientes dulces constituyen un grupo muy diverso de organismos, representados por varios filos.

**Objetivo:** Verificar que existen diferencias en la estructura de las comunidades bentónicas en áreas iluminadas o sombreadas a lo largo de un tramo del Río dos Mangues en Porto Seguro en el estado de Bahía, Nordeste de Brasil.

**Métodos:** Siete áreas expuestas a la luz y siete a la sombra fueron seleccionadas aleatoriamente a lo largo de un tramo del Río dos Mangues (Porto Seguro, Bahía, Nordeste de Brasil), en el que se recolectó el sedimento con la ayuda de un tubo extractor.

**Results:** Se registraron un total de 627 individuos, siendo la clase Insecta predominante, con 604 individuos. El orden Diptera representaba 90.6% del total de individuos muestreados, siendo la familia Chironomidae la más abundante en ambas áreas. Comparando las áreas muestreadas, las expuestas a la luz mostraron mayores valores de diversidad, dominancia y riqueza. Se registraron trece taxones en estas áreas, mientras que solo seis en las áreas sombreadas. Se registraron un total de 627 individuos, siendo la clase Insecta predominante, con 604 individuos. El orden Diptera representaba 90.6% del total de individuos muestreados, siendo la familia Chironomidae la más abundante en ambas áreas.

**Conclusión:** La comunidad de macroinvertebrados bentónicos a del Río dos Mangues presenta diferencias en su composición y distribución en relación con la exposición o no a la luz. Además, la alta dominancia de la familia Chironomidae, asociada a la baja diversidad de otros grupos de insectos, puede indicar que el Río dos Mangues ya está reflejando procesos de degradación.

**Palabras-clave:** Macroinvertebrados, Chironomidae, Río Dos Mangues, Porto Seguro.

## INTRODUÇÃO

Macroinvertebrados que habitam ambientes dulciaquícolas constituem um grupo altamente diversificado de organismos, sendo representados por diversos filos. Representantes dos filos Nematoda, Platyhelminthes, Annelida (e.g. oligoquetos), Mollusca (e.g. gastrópodos e bivalves) e Arthropoda (e.g. insetos e crustáceos) destacam-se por sua abundância e importância na biota aquática. Estes vivem associados a substratos de ecossistemas aquáticos, durante todo ou grande parte de seu ciclo de vida (ALLAN, 1996; ESTEVES, 1998; RIBEIRO; UIEDA, 2005). Apresentam grande importância ecológica, uma vez que são uma fonte alimentar para mega-invertebrados, peixes e aves (HAUER; RESH, 1996; WINCKLER-SOSINSKI et al., 2008). Além disso, são indicadores de degradação ambiental (CALLISTO et al., 2001a; ANDRADE et al., 2012) e participam na ciclagem de nutrientes, na produtividade secundária e nos processos de decomposição (HYNES, 1970; WALLACE; WEBSTER, 1996).

Sua diversidade, ocorrência e distribuição são relevantes para o estudo da ecologia de ambientes lóticos (ESTEVES, 1998; ANDRADE et al., 2012) e, juntamente com as características do ambiente, fornecem importantes informações sobre as consequências das ações antrópicas nos mesmos (MUSTOW, 2002; ANDRADE et al., 2012). Comumente, a distribuição de organismos aquáticos é o resultado da interação entre as condições físicas que caracterizam o habitat, a disponibilidade alimentar e complexidade fisiológica do indivíduo (VANNOTE et al., 1980; MERRITT; CUMMINS, 1996; CARVALHO; UIEDA, 2004). Dentre as variáveis abióticas de maior importância na distribuição dos organismos, podemos citar a velocidade da correnteza do rio (WHITTON, 1975), geomorfologia do substrato do leito (KIKUCHI; UIEDA, 1998), distância das nascentes e fozes (VANNOTE et al., 1980; ANDRADE et al., 2012), temperatura da água (MERRITT; CUMMINS, 1996) e a entrada de luz no ambiente aquático (STEVENS et al., 1997).

A última variável citada, a luminosidade, é um dos fatores preponderantes para o aumento da biomassa vegetal. Esta irá influenciar a composição e

distribuição de macroinvertebrados de diferentes formas, estando diretamente correlacionada à vegetação ripária (INOUE; NUNOKAWA, 2005). Vannote et al. (1980) apontam que em riachos de pequeno porte, a vegetação de entorno exerce grande influência na composição e na distribuição da fauna bentônica, pois reduz a produção autotrófica pelo sombreamento e promove a entrada de uma grande quantidade de detritos alóctones. Isto também foi observado por Murphy et al. (1986) e por Kawaguchi; Nakano (2001), os quais afirmam que em áreas com sombreamento do dossel, a produção autotrófica é baixa devido a redução da intensidade de luz, resultando em uma limitação da abundância de organismos. Por outro lado, estes autores observaram que várias fontes de energia alóctone oriundas do dossel (e.g. fezes de vertebrados e folhas das árvores) auxiliam as populações bentônicas a se estabelecerem na biota, de forma direta ou indireta.

De modo geral, os fatores ambientais interagem em sua ação sobre a biota, além de determinarem a diversidade e a complexidade estrutural do ambiente (ALLAN, 1995; ODUM; BARRET, 2007). A estrutura e o funcionamento das comunidades de invertebrados em rios de Mata Atlântica no nordeste brasileiro ainda são pouco conhecidos. Assim, há uma grande dificuldade na distinção entre padrões de comunidade causados por perturbações antropogênicas daqueles gerados por processos naturais. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo verificar se existem diferenças na estrutura das comunidades bentônicas em áreas expostas a luminosidade ou sombreadas. Testou-se a hipótese de que a comunidade encontrada em áreas expostas à luminosidade seria mais rica e abundante.

## MÉTODOS

### Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental de Coroa Vermelha está localizada no Extremo Sul do Estado da Bahia e abrange parte da zona costeira dos municípios de Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, possuindo área total de 41km<sup>2</sup>. A macrobacia dos "Rios dos Portos Seguros" é formada por diversas bacias e microbacias, ocupando uma área total de 5.448 km<sup>2</sup>. As microbacias locais são representadas por córregos com menos de 60 km<sup>2</sup> de área, incluindo os rios São Francisco, Mundaí, dos Mangues, Jardim, Mutari e Yaya (LOPES; BONFIM, 2000).

A área de estudo está localizada na microbacia do Rio dos Mangues (22° 39' 40" S e 39° 02' 12" W) (Figura 1). O rio principal, que dá o nome à bacia, possui 18 km de extensão e desemboca no litoral dentro do perímetro urbano da cidade de Porto Seguro. Atinge uma largura máxima de aproximadamente 8 m, embora na maior parte de seu curso varie entre 2 e 5 m. O leito é pouco profundo, entre 0,25 a 2,2 metros, mas, geralmente, não ultrapassando 1 m. O substrato é predominantemente arenoso, com a presença desde cascalho e seixos até areia fina, nos locais onde o fluxo da correnteza é menos intenso. A luz é capaz de atingir o fundo durante a maior parte do ano (TEIXEIRA; COUTO, 2012).

Para este estudo, foi selecionado um trecho de primeira ordem do Rio dos Mangues (Figura 1), com 1,5 km de extensão, localizado na sua porção mediana. Dentro deste trecho selecionado foi demarcado um percurso de 100 m de extensão para a realização das coletas e obtenção das amostras. Todo o trabalho de campo foi desenvolvido entre 8:00 h e 16:00 h do dia 19 de outubro de 2009.

Essa área possuía vegetação característica, já modificada pela influência antrópica, dominada por pequenos arbustos e árvores de médio porte, pertencentes às famílias Melastomataceae e Lauraceae, respectivamente. Nas áreas onde a vegetação marginal cobre o rio, observa-se um grande acúmulo de folhiço nas margens. No estrato herbáceo dominam os representantes das famílias Poaceae, Cyperaceae, Bromeliaceae e Moraceae. Bancos de macrófitas (presentes somente na margem esquerda) são encontrados em alguns pontos (PASCHOAL, observação pessoal).

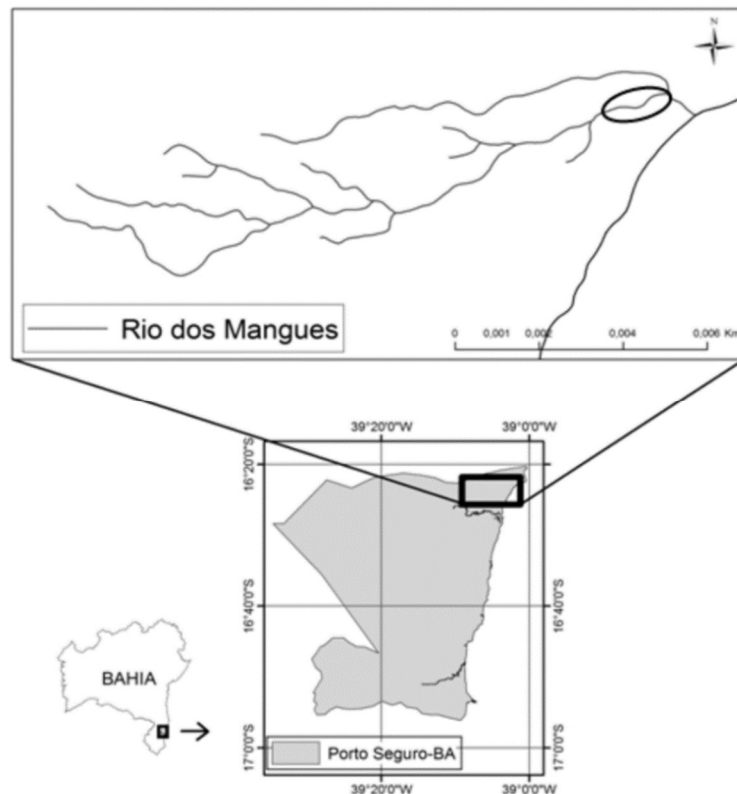


Figura 1: Localização do sítio de coleta em um trecho do Rio dos Mangues (Porto Seguro, Bahia, Brasil).

### Amostragem

Amostras foram obtidas por meio do uso de um tubo extrator de PVC ("Core") com 0,02 m<sup>2</sup> de área interna (MERRITT; CUMMINS, 1996). O trecho amostrado de 100 m foi demarcado com 20 estacas, equidistantes 5 m uma da outra. Uma linha imaginária foi traçada ao longo do rio, dividindo as margens esquerda e direita, das calhas. Foram determinados 20 pontos, sendo que dez ficaram em áreas expostas à luminosidade e outros dez, em áreas sombreadas (Figura 2). Destes foram sorteados para análise, de forma aleatória, 14 pontos (sete em áreas expostas e sete em áreas sombreadas), tendo sido coletado um total de 28 amostras. Em cada ponto sorteado, foi introduzido o amostrador (contra a correnteza), sendo coletados os primeiros 5 cm do sedimento, tanto na calha quanto na margem direita do rio. No presente trabalho foram consideradas áreas sombreadas aquelas as quais não possuíam nenhuma exposição direta à luz e não eram atingidas por raios solares difusos, ou seja, áreas que possuíam cobertura total de um dossel fechado sobre determinado trecho do rio.

Ao longo dos pontos 1 a 3, a vegetação predominante foi composta por lauráceas de médio porte e poáceas. Os pontos 6 e 7 foram caracterizados por

areáceas, poáceas e por um banco de *Nymphaea cf. ampla* (Salisb.) DC., com aproximadamente 3 m de extensão. Lauráceas de médio porte e um banco de *N. cf. ampla* com 5 m de extensão foram observados ao longo dos pontos 8 ao 10. *Moráceas* e melastomáceas de médio porte foram encontradas ao longo dos pontos 11 a 15, enquanto bromeliáceas foram registradas somente para os pontos 19 e 20 (PASCHOAL, observação pessoal). Foi possível observar a influência antrópica e a modificação ambiental causada por essa, em vários pontos ao longo do trecho analisado. O ponto 4 foi considerado uma área com baixa influência antrópica (i.e. alterada), por ser utilizada esporadicamente, como fonte de lazer, higienização e plantio de árvores ornamentais. No entanto, a área correspondente aos pontos 16 ao 18 foi considerada impactada, devido a sua constante utilização para pesca, lazer, dessedentação humana e animal, limpeza e higienização (PASCHOAL, observação pessoal; ver Figura 2).

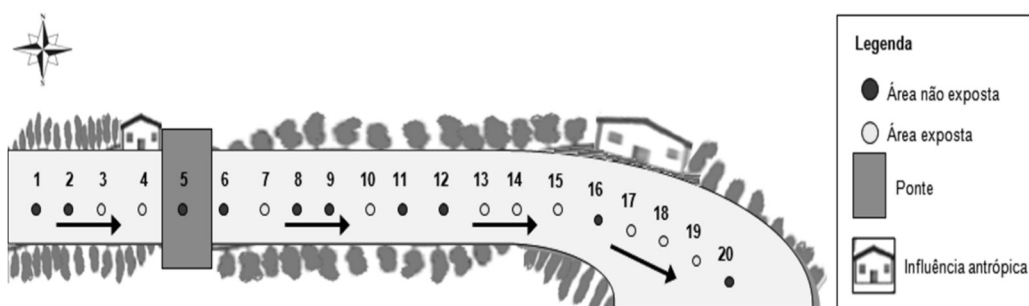


Figura 2: Croqui do trecho amostrado no Rio dos Mangues (Porto Seguro, Bahia, Brasil). Setas indicam o sentido da realização das amostragens.

Cada amostra foi acondicionada em saco plástico devidamente etiquetado e fixada em etanol 70%. No laboratório de campo o material foi lavado por flutuação em solução saturada de cloreto de sódio, sendo peneirado em rede com abertura de malha de 250  $\mu$ m. Os organismos encontrados foram triados, quantificados e identificados segundo Calor (2007), Mariano; Froehlich (2007) e Souza et al. (2007). A classificação dos grupos tróficos funcionais foi baseada em Róldan-Pérez (1988) e Pescador (1997) (para maiores detalhes consultar CALLISTO et al., 2001b).

Uma subamostra obtida de forma aleatória, de indivíduos pertencentes à família Chironomidae foi identificada até o menor nível taxonômico possível segundo Trivinho-Strixino; Strixino (1995). Observou-se que muitas cápsulas cefálicas foram perdidas ou danificadas durante os processos de amostragem, acondicionamento, lavagem e triagem do material obtido no campo, impossibilitando que um número maior de indivíduos fosse identificado com segurança, devido principalmente à ausência do mento nestas cápsulas, principal estrutura analisada no processo de identificação (LAROCQUE, 2001).

## **Análise dos dados**

Os dados obtidos foram agrupados em função de sua exposição à luz, i.e. áreas expostas e sombreadas. A diversidade das comunidades foi estimada pelo índice de Shannon ( $H'$ ), a riqueza ponderada pelo tamanho amostral foi expressa pelo índice de Margalef (DMg) e a dominância das espécies mais comuns foi obtida pelo recíproco de Simpson ( $1/D$ ). A riqueza de espécies ( $S$ ), a abundância relativa e frequência de ocorrência, além da equitatividade de Pielou ( $E$ ), também foram calculadas. Foi aplicado o teste Mann-Whitney ( $U$ ) para comparar as áreas expostas e as sombreadas, por meio da abundância de macroinvertebrados bentônicos registrados para cada área. Estes métodos não-paramétricos foram empregados devido à ausência de normalidade e homogeneidade de variâncias (homocedasticidade) quando submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ). A frequência relativa dos grupos tróficos funcionais registrados para áreas expostas e sombreadas foram comparados utilizando uma análise de variância (ANOVA) seguido do teste a posteriori de Tukey ( $\alpha: 0,05$ ). Finalmente, os dados foram submetidos a uma análise de correspondência múltipla (ACM). A ACM é uma extensão da análise de correspondência (AC), a qual permite verificar os padrões de relações entre diversas variáveis categóricas dependentes (ABDI; VALENTIN, 2007). A ACM pode ser considerada uma generalização da Análise de componentes principais (PCA), se as variáveis a serem analisadas forem categóricas em vez de qualitativas. Tal análise estatística multivariada exploratória foi empregada com o intuito de reduzir o espaço dimensional dos resultados. Desta forma pode-se quantificar a força das associações entre os táxons registrados e a exposição à luz e profundidade das áreas amostradas (áreas com profundidade inferiores a 0,80 m foram consideradas rasas).

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

Foram registrados 627 indivíduos, distribuídos em 13 táxons pertencentes a quatro filos - Annelida, Nematoda, Mollusca e Arthropoda. Treze táxons foram registrados nas áreas expostas à luminosidade, enquanto que nas áreas sombreadas somente seis táxons foram registrados. Não houve diferença significativa, em relação aos grupos tróficos funcionais mais abundantes (coletores-predadores, predadores e coletores), entre as áreas expostas ou sombreadas. Porém, representantes dos grupos Herbívoro-fragmentador (Pyralidae), Coletor-detritívoro (Elmidae), Filtrador-detritívoro (Cyclopidae) e Herbívoro-detritívoro (Oligochaeta) foram registrados somente nas áreas expostas (Tabela 1).

Insecta foi a classe predominante, com oito táxons e um total de 604 indivíduos, sendo o grupo de maior contribuição nas amostras obtidas. Como esperado, em relação aos demais grupos funcionais, houve predominância de coletores em toda entomofauna coletada. Este padrão tem sido observado em diversos estudos em ambientes aquáticos do Brasil e possivelmente possa ser uma regra nestes tipos de ambientes (CALLISTO et al., 2001B; BUENO et al, 2003; GIULIATTI; CARVALHO, 2009; ANDRADE et al., 2012; entre outros).

A Ordem Diptera representou 97% do total de indivíduos amostrados, predominando tanto em áreas iluminadas como nas sombreadas. Os representantes desta ordem distribuem-se em habitats muito variados e de ampla maneira, podendo ser encontrados em rios e lagos com diferentes



profundidades e apresentando uma grande diversidade genérica (CALLISTO et al., 2001a). Dentro desta ordem, a família Chironomidae foi o grupo que apresentou a maior participação relativa - 90% de toda a macrofauna bentônica coletada pertencendo a essa família. Merrit & Cummins (1996) e Sanseverino et al. (1998) apontam este grupo, como o mais importante entre os insetos aquáticos, frequentemente ocorrendo em altas densidades e diversidade, na maioria dos tipos de ecossistemas aquáticos.

Tabela 01. Frequência absoluta e relativa (%) e a classificação dos grupos tróficos funcionais dos táxons registrados no trecho selecionado do Rio dos Mangues (Porto Seguro, Bahia, Brasil). Letras diferentes indicam diferenças significativas para táxons registrados em ambas as áreas.

<b>Grupo taxonômico</b>	<b>Exposta à luz</b>	<b>Sombreada</b>	<b>Grupo funcional</b>
<b>Nematoda</b>	4 (0,84%) <sup>a</sup>	4 (2,70%) <sup>b</sup>	Coletor
<b>Annelida</b>			
Oligochaeta	9 (1,88%)	-	Herbívoro – detritívoro
<b>Chelicerata</b>			
Acarina	1 (0,21%)	-	Predador
Aranae	2 (0,42%)	-	Predador
Collembola	1 (0,21%) <sup>a</sup>	1 (0,68%) <sup>b</sup>	Coletor
<b>Ephemeroptera</b>			
Baetidae	12 (2,51%) <sup>a</sup>	2 (1,35%) <sup>a</sup>	Coletor
<b>Trichoptera</b>			
Hydrobiosidae	11 (2,30%) <sup>a</sup>	5 (3,38%) <sup>a</sup>	Predador
<b>Lepidoptera</b>			
Pyralidae	1 (0,21%)	-	Herbívoro – fragmentador
<b>Odonata</b>			
Coenagrionidae	1 (0,21%)	-	Predador
<b>Coleoptera</b>			
Elmidae	2 (0,42%)	-	Coletor – detritívoro
<b>Diptera</b>			
Chironomidae	422 (88,10%) <sup>a</sup>	134 (90,54%) <sup>a</sup>	Coletor – predador
Ceratopogonidae	10 (2,09%) <sup>a</sup>	2 (1,35%) <sup>a</sup>	Predador
<b>Crustacea</b>			
Cyclopidae	3 (0,63%)	-	Filtrador – detritívoro
<b>Total de indivíduos</b>	479 (100%)	148 (100%)	
<b>Riqueza</b>	13	6	

Quanto à abundância total de macroinvertebrados bentônicos em função de sua exposição à luz, pode-se observar uma diferença significativa entre as comunidades pertencentes a áreas expostas à luz e sombreadas ( $U = 6$ ;  $Z = 2.3638$ ;  $p < 0.01$ ). As frequências medianas foram significativamente diferentes, com tendência da comunidade que habita as áreas expostas à luz a apresentarem valores de abundância bastante superiores ao da comunidade encontrada em áreas sombreadas (Figura 3).

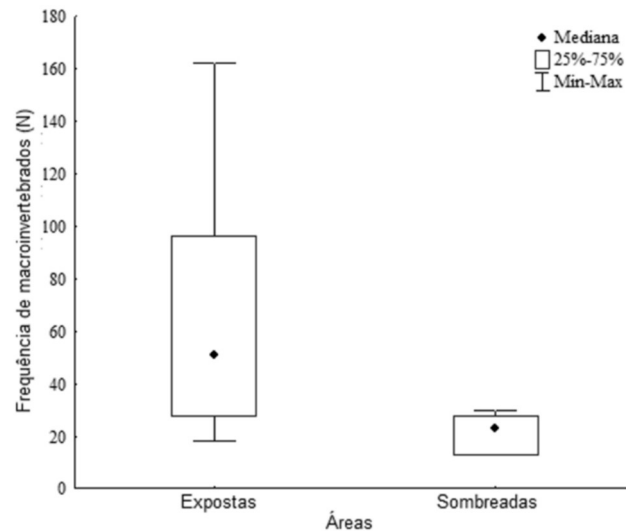


Figura 03: Abundância de macroinvertebrados para as áreas expostas à luminosidade e as áreas sombreadas no trecho selecionado do Rio dos Mangues (Porto Seguro, Bahia, Brasil).

Os índices de diversidade, dominância, equitatividade e riqueza, nas duas áreas, estão sumarizados na Figura 4.

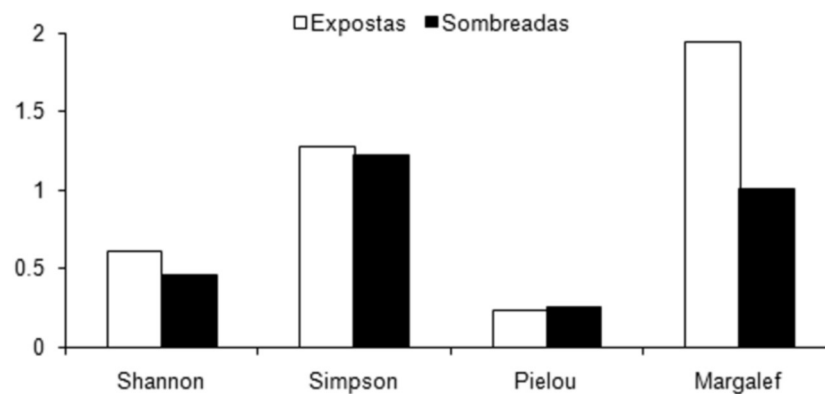


Figura 04: Índices de diversidade, dominância, equitatividade e riqueza para áreas amostradas, sombreadas e expostas à luminosidade, no trecho selecionado do Rio dos Mangues (Porto Seguro, Bahia, Brasil).

Comparando-se as áreas amostradas, aquelas expostas a luz apresentaram maiores valores de diversidade, dominância e riqueza. A equitatividade foi sensivelmente maior nas áreas sombreadas, porém ambas as áreas apresentaram baixos valores. Esse resultado provavelmente está associado à alta abundância da família Chironomidae em todos os pontos amostrais e sua preferência por áreas sombreadas, observada pela ACM (ver Figura 5).



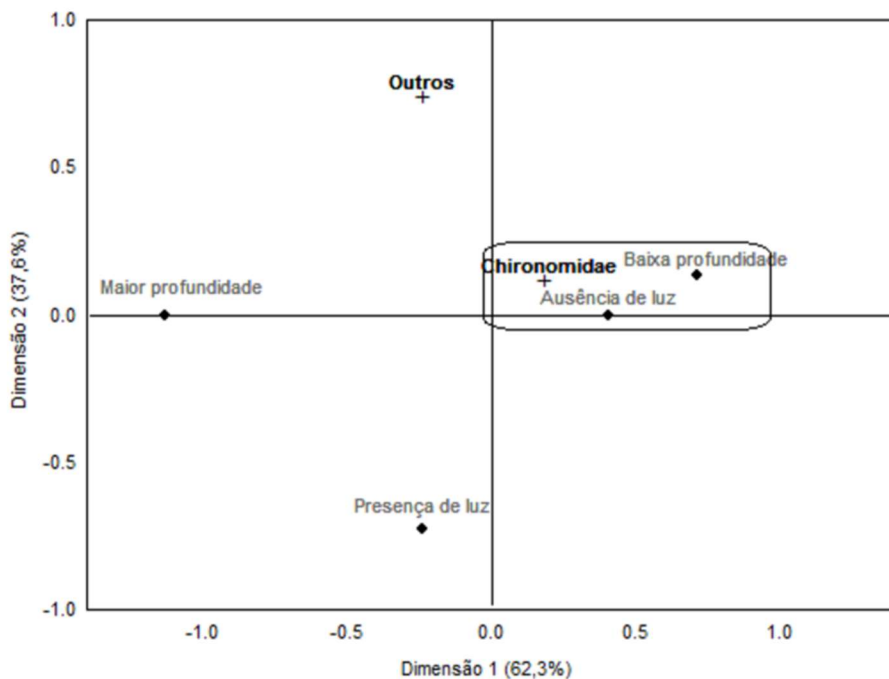


Figura 05: Ordenação dos táxons pela exposição à luz e profundidade das áreas amostradas por meio da análise de correspondência múltipla (ACM).

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos coletada em áreas expostas, apresentou valores de frequência, abundância, riqueza e diversidade de espécies muito superiores quando comparados às áreas sombreadas. Estudos diretamente relacionados aos macroinvertebrados bentônicos em ambientes lóticos na região Nordeste brasileira são escassos, de modo que comparar as características comunitárias e métricas de avaliação destes grupos torna-se muito difícil. No entanto, comparações entre as áreas amostradas, indicaram que os menores valores ocorreram em áreas sombreadas. De acordo Hawkins et al. (1983) e Gregory et al. (1991) existiria um favorecimento na heterogeneidade e uma maior diversidade nas comunidades bentônicas, quando estas estivessem expostas a áreas com maior quantidade de luz disponível para fotossíntese. A heterogeneidade espacial gerada pela presença de luz permitiu a coexistência de um número maior de espécies, aumentando a diversidade local. Tal fato foi constatado neste trabalho, uma vez que foram encontrados táxons exclusivos em áreas expostas a luminosidade, confirmando a hipótese inicial. Isso concorda com os resultados obtidos por Kikuchi; Uieda (2005), em estudo realizado em um riacho no estado de São Paulo, onde os autores registraram maiores valores de características comunitárias e métricas de avaliação em áreas sujeitas à incidência de luz sobre o leito e o fundo para diversos tipos de substratos. Bueno et al. (2003) e Giuliatti; Carvalho (2009) registraram resultados similares, e atribuíram a maior abundância de macroinvertebrados em áreas expostas à penetração de luz e, conseqüentemente, a uma maior produção de material autóctone. Os autores ainda afirmaram que a comunidade das áreas expostas disporia não somente do material alóctone (advindo de qualquer processo humano ou não), mas também da matéria orgânica, macro e microalgas de substrato e perifíton que afloram com a abertura do dossel.

Para uma melhor avaliação entre as relações, exposição à luz e profundidade das áreas e os táxons registrados foi utilizada a ACM para representar interdependência de categoria de habitat. Categorias dispostas em ângulos similares da configuração centróide (i.e. 0,0 nos eixos) são mais proximamente associadas entre si. Os dois primeiros eixos da projeção bidimensional gráfica, evidenciando a coexistência de interações entre as variáveis analisadas explicaram 99,9% da variabilidade total. O táxon Chironomidae foi agrupado separadamente dos demais e não se sobrepôs a tais, sendo que tal grupo foi associado a áreas sombreadas e com profundidade inferior a 0,8 m. Os demais táxons foram agrupados na categoria "Outros" e não exibiram um padrão evidente de distribuição em relação à luminosidade e profundidade (Figura 5).

Nesse estudo, 136 exemplares de larvas de Chironomidae pertencendo a nove gêneros e três subfamílias foram analisados. Destas, 78 foram coletadas em áreas expostas a luminosidade e 58 em áreas sombreadas. O gênero *Chironomus* foi o mais abundante no trecho estudado, com 34 indivíduos (16 em áreas expostas e 18 em sombreadas). O gênero *Coryoneura* foi o mais conspicuo em áreas expostas (26 indivíduos) e o gênero *Ablabesmyia* o mais abundante em áreas sombreadas (22 indivíduos). Os gêneros com menor abundância foram *Procladius*, *Fissimentum* e *Polypedilum*, com ocorrência limitada as áreas expostas à luz (Figura 6).

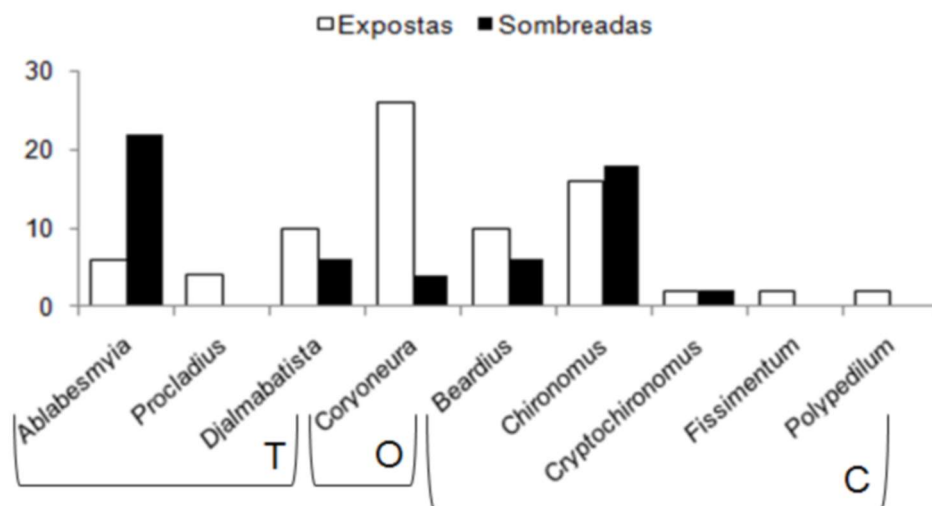


Figura 06: Abundância de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) registrados para as áreas expostas à luz e sombreadas no trecho selecionado do Rio dos Mangues (Porto Seguro, Bahia, Brasil). T: Tanypodinae; O: Orthoclaadiinae; C: Chironominae.

Segundo Di Giovanni et al. (1996) e Andrade et al. (2012), a família Chironomidae quase sempre se apresenta como dominante, tanto em ambientes lóticos como lênticos, devido à sua tolerância a situações extremas como hipóxia, a grande capacidade competitiva, a facilidade em colonizar diferentes tipos de substrato, a plasticidade alimentar e a fácil adaptação às condições ambientais adversas. No presente trabalho, observou-se algumas preferências ambientais desse grupo e pode-se estabelecer uma associação deste a áreas sombreadas e com baixas profundidades por meio da ACM. Estes resultados concordam com os registrados por Kikuchi & Uieda (2005), uma vez que tais autores indicaram que a família Chironomidae foi responsável por cerca de 62% de todos os macroinvertebrados coletados em substrato rochoso, sendo predominantes no período seco, em áreas sombreadas e com profundidade de 0,1 m.

A presença do gênero *Chironomus* tem sido relacionada a certo grau de deterioração ambiental, decorrente principalmente de uma alta produtividade e da condição de eutrofização. Estes são capazes de se distribuir com elevadas densidades em sedimentos orgânicos, possuem a capacidade de deslocar outros quironomídeos e principalmente, apresentam alta tolerância a condições eutróficas (CALLISTO et al. 1998a, 1998b, 2005). Este gênero ocorreu tanto em áreas expostas como em áreas sombreadas, correspondendo 25% do total de larvas de Chironomidae amostradas. A alta dominância da família Chironomidae, associada à baixa diversidade de outros grupos de insetos, pode indicar que o Rio dos Mangues já está refletindo processos de degradação. Entretanto, Callisto et al. (1998a, 1989b) apontaram que a presença de alguns gêneros das subfamílias Tanyptodinae e Orthocladiinae são indicadores de águas de boa qualidade. Os gêneros *Ablabesmyia* (Tanyptodinae) e *Coryoneura* (Orthocladiinae) foram responsáveis por 43% do total de larvas de Chironomidae, sendo o primeiro mais abundante em áreas sombreadas. Sanseverino et al. (1998) observaram a preferência de representantes da subfamília Tanyptodinae por biótopos de brejo (característica lântica), em áreas expostas a luz, grandes profundidades e alto acúmulo de matéria orgânica em decomposição, contrastando com o que foi registrado no presente estudo. Entretanto, os mesmos autores observaram a associação de indivíduos do gênero *Coryoneura* às áreas expostas, com matéria orgânica e maior fluxo de corrente, bastante similar ao ambiente registrado no presente estudo no qual este gênero foi registrado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio dos Mangues apresenta diferenças em sua composição e distribuição em relação à exposição ou não a luz. No entanto, tais características também podem estar associadas a alterações antrópicas, observadas ao longo do seu curso. Por meio deste trabalho, percebe-se que é necessário um maior número de estudos, para obtenção de uma análise mais precisa e ampla da saúde ambiental deste curso d'água, uma vez visto sua grande importância social e econômica para o município de Porto Seguro.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido como parte da disciplina de Métodos em Ecologia de Campo do curso de pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz. O primeiro autor agradece as críticas e sugestões da professora Dra. Daniela M. L. da Silva e aos colegas da turma 2009 pelas discussões e sugestões. Os autores agradecem ainda aos senhores Emília e Eugênio, proprietários da Pousada Aldeia Portuguesa (Santa Cruz Cabrália), por todo o apoio logístico.

## REFERÊNCIAS

- ABDI, H.; VALENTIN, D. Multiple Correspondence Analysis. In: SALKIND, N. Ed. **Encyclopedia of Measurement and Statistics**. California: Sage, Thousand Oaks, 2007. 1-13 p.
- ALLAN, J.D. Stream ecology: structure and function of running waters. London: Chapman and Hall. 1995. 388 p.
- ANDRADE, D.P.; PASCHOAL, L.R.P.; RIGOLIN-SÁ, O.; FRANÇA, N. Assessment of Hydroelectric Power Station Marechal Mascarenhas de Morais fifth-order tributaries water quality at the Rio Grande watershed (Minas Gerais State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 24, n. 3, p. 326-337, 2012.
- BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G. & FERREIRA, B.D.P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia = Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 115-125, 2003.
- CALLISTO, M.; ESTEVES, F.; GONCALVES, J.; FONSECA, J. Benthic macroinvertebrates as indicators of ecological fragility of small rivers (igarapés) in a bauxite mining region of Brazilian Amazonia. **Amazoniana**, Kiel, v. 15, n. 1, p. 1-9, 1998a.
- CALLISTO, M.; ESTEVES, F.; GONCALVES, J.; FONSECA, J. Impacts of bauxite tailings on sediment granulometry and distribution of benthic macrofauna in an igarape in central Amazonia, Brazil. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 71, n. 4, p. 443-451, 1998b.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES JR, J.F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. In: GOULART, E.M.A. (Org.). **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. p. 555-567.
- CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F.A.R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia = Zoologia**, Curitiba, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001b.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M.D.C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001a.
- CALOR, A.R. **Trichoptera**. 2007. In: FROELICH, C.G. (Org.). Guia on-line de identificação de larvas de insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em <[http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index\\_trico](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico)>. Acesso em: 21 out. 2009.
- CARVALHO, E.M. & UIEDA, V.S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da Serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia = Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 287-294, 2004.
- DI GIOVANNI, M.V.; GORETTI, E.; TAMANTI, V. Macrobenthos in Montedoglio Reservoir, central Italy. **Hydrobiologia**, Brussels, v. 321, p. 17-28, 1996.

- ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 1998. 602 p.
- GIULIATTI, T.L. & CARVALHO, E.M. Distribuição de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do córrego Laranja Doce, Dourados/MG. **Interbio**, Dourados, v. 3, n. 1, p. 4-14, 2009.
- GREGORY, S.V.; SWANSON, F.J.; McKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, v. 41, n. 8, p. 540-551, 1992.
- HAUER, F.R. & RESH, V.H. Benthic macroinvertebrates. In: HAUER, F.R.; LAMPERTI, G.A. Eds. **Methods in stream ecology**. London: Academic Press, 1996. 673 p.
- HAWKINS, C.P.; MURPHY, M.L.; ANDERSON, N.H; WILZBACH, M.A. Density of fish and salamanders in relation to riparian canopy and physical habitat in streams of the northwest United States. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Toronto, v. 40, n. 8, p. 1173-1185, 1983.
- HYNES, H. B. **The ecology of running waters**. Toronto: University of Toronto Press, 1970. 555 p.
- INOUE, M.; NUNOKAWA, M. Spatial variation in density of stream benthic fishes in northern Hokkaido, Japan: does riparian vegetation affect fish density via food availability. **Japanese Society of Limnology**, Hikone, v. 6, p.7-14, 2005.
- KAWAGUCHI, Y.; NAKANO, S. Contribution of terrestrial invertebrates to the annual resource budget for salmonids in forest and grassland reaches of a headwater stream. **Freshwater Biology**, New York, v. 46, p. 303-316, 2001.
- KIKUCHI, R.M.; UIEDA, V.S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, E. Eds. **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro: Series Oecologia Brasiliensis, 1998. p. 157-173.
- KIKUCHI, R.M.; UIEDA, V.S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 193-231, 2005.
- LAROCQUE, I. How many chironomid head capsules are enough? A statistical approach to determine sample size for palaeoclimatic reconstruction. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 172, p. 133-142, 2001.
- LOPES, H.B.V.; BONFIM, L.F.C. Uso do solo e cobertura vegetal. In: LOPES, H.B.V. & BONFIM, L.F.C. Eds. **Projeto Porto Seguro – Santa Cruz Cabrália: Hidrogeologia**. Salvador: Programa Informações Para Gestão Territorial - GATE, Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Prefeituras Municipais de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, 2000. p. 1-43.

MARIANO, R. & FROEHLICH, C.G. **Ephemeroptera**. 2007. In: FROEHLICH, C.G. Org. Guia on-line de identificação de larvas de insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. <Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.> Acesso em: 21 out. 2009.

MERRIT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque: Kendal/ Hunt Publication Company, 1996. 1158 p.

MURPHY, M.L.; HEIFETZ, J.; JOHNSON, S.W.; KOSKI, K.V.; THEDINGA, J.F. Effects of clear-cut logging with and without buffer strips on juvenile salmonids in Alaskan streams. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science**, Toronto, v. 43, p. 1521-1533, 1986.

MUSTOW, S.E. Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 479, p. 191-229, 2002.

PESCADOR, M.L. General ecology of mayflies: adaptations, reproductive strategies and trophic categories. Colombia: Universidad del Valle, 1997.

RIBEIRO, L.O.; UIEDA, V.S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho em serra da Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia = Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 613-618, 2005.

RÓLDAN-PÉREZ, G. Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá: Universidad de Antioquia, 1988. 216 p.

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 632 p.

SANSEVERINO, A.M.; NESSIMIAN, J.L. & OLIVEIRA, A.L.H. A fauna de Chironomidae (Diptera) em diferentes biótopos da Serra do Subaio (Teresópolis, RJ), p. 253-263. In: NESSIMIAN, J.L.; CARVALHO, A.L. Eds. **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro: Série Oecologia Brasiliensis, 1998. p. 253-263.

SOUZA, L.O.I.; COSTA, J.M. & OLDRINI, B.B. **Odonata**. 2007. In: FROEHLICH, C.G. Org. Guia on-line de identificação de larvas de insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. <Disponível em: [http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia\\_online](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online).> Acesso em: 21 out. 2009.

STEVENS, L.E.; SHANNON, J.P. & BLINN, D.W. Colorado river benthic ecology in grand canyon, Arizona, USA: Dam, tributary and geomorphological influences. **Regulated rivers: Research & Management**, Chichester, v. 13, p. 129-149, 1997.

TEIXEIRA, R.R.; COUTO, E.C.G. Crustacea Decapoda capturados através de coleta passiva em um trecho do Rio dos Mangues (Porto Seguro - BA). **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 4, 149-156, 2012.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Larvas de chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnóstico dos gêneros. São Carlos: PPG-ERN/UFSCar, 1998. 229p.



VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Toronto, v. 37, p. 130-137, 1980.

WALLACE, J.B. & WEBSTER, J.R. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, p. 115-139, 1996.

WHITTON, B.A. **River ecology. Studies in Ecology**. Berkeley: University of California Press, 1975. 725 p.

WINCKLER-SOSINSKI, L.T.; SILVEIRA, T.C.L.; SCHULZ, U.H. & SCHWARZBOLD, A. Interactions between benthic macroinvertebrates and fishes in a low order stream in Campos de Cima da Serra, RS, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 4, p. 695-701. 2008.