

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DO BAIXO RIO PEREQUÊ, CUBATÃO, SÃO PAULO, BRASIL

Ana Carolina Ferreira AMORIM¹ & André Ribeiro CASTILLO²

¹Centro Universitário Monte Serrat - UNIMONTE – Santos-SP.

²Laboratório de Limnologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Av. Itália, Km 8, Campus Carreiros, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil.
E-mails: castillo1984@gmail.com, ana.biologa1986@gmail.com

ABSTRACT - BENTHIC MACROINVERTEBRATES AS BIOINDICATORS OF WATER QUALITY IN THE LOWER PEREQUÊ RIVER, CUBATÃO, SÃO PAULO, BRAZIL. This study aimed to know the communities of benthic invertebrates and characterize the biological integrity of the Perequê River. In June of 2008, a sample was collected from 8 stations where the benthic invertebrates were collected using a Surber sampler (30x30) with mesh of 250 µm. Invertebrates were identified and preserved in alcohol 70 percent. Biological indices were applied, and calculated the values of diversity, richness, dominance, density and homogeneity of each taxa were calculated. A total of 290 organisms distributed in 12 taxa were recorded. The most abundant taxa were Chironomidae (57.6 percent) Hydracarina (12.9 percent) and Leptoceridae (7.6 percent). Oligochaeta was dominant in sandy substrate and high in debris. In sites, with sediments rich in organic matter decomposition were found in the prevalence of larvae of Chironomidae. The results were useful to advance the state of knowledge of the benthic invertebrate populations in the region. It also supports the role of these animals as important tool in assessing the health and integrity of aquatic ecosystems.

Keywords: Biomonitoring, aquatic ecosystems, benthic invertebrates.

RESUMO - O presente estudo objetivou conhecer as comunidades de invertebrados bentônicos e caracterizar a integridade biológica do rio Perequê. No mês de junho de 2008, foi feita uma coleta em 8 estações amostrais onde os invertebrados bentônicos foram coletados utilizando-se um amostrador do tipo *Surber* (30x30) com malha de 250 µm. Os invertebrados foram identificados e preservados em álcool 70%. Foram aplicados índices biológicos, além de calculados os valores de diversidade, riqueza, homogeneidade, dominância e densidade de cada táxon. Um total de 290 organismos distribuídos em 12 táxons foi registrado. O táxon mais abundante encontrado foi Chironomidae (57,6%), Hydracarina (12,9%) e Leptoceridae (7,6%). Foi observado que houve o predomínio de Oligochaeta em substrato arenoso e rico em detritos. Em locais com sedimentos ricos em matéria orgânica em decomposição houve o predomínio de larvas de Chironomidae. Os resultados obtidos foram úteis para o avanço do estado de conhecimento das populações invertebrados bentônicos da região, além de corroborar com o papel destes animais como ferramenta importante na avaliação da saúde e integridade dos ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: Biomonitoramento, ecossistemas aquáticos, invertebrados bentônicos.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos continentais (lóticos e lênticos) vêm sofrendo com maior intensidade os impactos causados pelas atividades humanas nas últimas décadas e suas comunidades estão sujeitas a alterações ambientais diversas sendo, em muitos ambientes, substancialmente reduzidas ou mesmo eliminadas (PÉREZ, 1988).

A degradação dos recursos aquáticos tem sido motivo de preocupação do homem nas últimas décadas. Por esta razão existe um crescente interesse por conhecer e proteger os ecossistemas fluviais e estudar suas trocas com o meio, desenvolvendo critérios físicos, químicos e biológicos que possibilitem diagnosticar o efeito e a magnitude das intervenções humanas (NORRIS & HAKWINS, 2000).

O monitoramento de ambientes aquáticos através da utilização de organismos vivos é conhecido como biomonitoramento, e serve para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causados por ação antrópica (BUSS et al., 2003).

Conforme relatórios emitidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1979, 1981, 2001), avaliando os impactos da poluição em águas, sedimentos e organismos aquáticos do estuário e baía de Santos e, posteriormente, em 1984, estudos sobre a contaminação e toxicidade nos rios Perequê, Cubatão, Mogi, Perdido e Piaçaguera no município de Cubatão (JOHNSCHER-CORNASARO & ZAGATTO, 1985; CETESB, 1989), foi constatado o comprometimento do ambiente aquático em todos os locais estudados.

Apesar do grande esforço para controle da poluição e melhoria da qualidade ambiental, iniciado em 1984 com o Programa de Recuperação da Qualidade Ambiental de Cubatão, o levantamento da contaminação nos rios Cubatão, Perequê, Piaçaguera e Casqueiro, realizado em 1988, concluiu que a região permanecia impactada por concentrações elevadas de metais pesados e compostos organoclorados na água, nos sedimentos e nos organismos aquáticos (peixes, siris e caranguejos) (CETESB, 1990). Este trabalho foi o último levantamento sistemático sobre a contaminação ambiental na região da Baixada Santista e indicou, ainda, os riscos de acumulação dos contaminantes nos organismos que estariam retornando ao ambiente em recuperação, expondo a população ribeirinha ao consumo de pescados comprometidos pela poluição.

Conhecer a comunidade de invertebrados bentônicos e aplicar índices de diversidade biológica para a avaliação da qualidade da água do baixo rio Perequê, Cubatão, SP, foram os objetivos principais deste estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A Baixada Santista é a mais urbanizada e populosa das três sub-unidades do litoral paulista. Possui 2.402 km² de área, distribuída entre os nove municípios que a compõem. É uma área de transição entre o litoral norte, com planície costeira muito estreita e o litoral sul, com planície mais desenvolvida, formadas por deposição marinha.

O clima é quente e úmido na maior parte do ano, com temperatura média anual superior a 20°C e pluviosidade anual em torno de 2.000 a 2.500 mm, com maior incidência nos meses de verão, porém, não há uma estação considerada realmente seca na região (CETESB, 1999).

Com relação à vegetação, destaca-se a Mata Atlântica, concentrada em unidades de conservação, como o Parque Estadual da Serra do Mar, com 315.390 hectares, ocupando partes de quase todos os municípios litorâneos.

AMOSTRAGEM

As coletas foram realizadas no mês de Junho de 2008, em 8 estações amostrais no rio Perequê, sendo as 6 primeiras estações amostrais localizadas no interior do Parque Ecológico do Perequê e as 2 estações amostrais restantes localizadas já fora do Parque, à jusante, distribuídas em pontos de utilização de banhistas e junto a Indústrias Petrocoque S.A. e Polietilenos União S.A. localizadas próximas a Estrada do Perequê e a rodovia SP-055 (Fig. 1) no município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

Em cada estação de coleta (EC) os invertebrados bentônicos foram coletados utilizando-se um amostrador do tipo *Surber* (30x30 cm) segundo SOUTHWOOD (1978) e MERRITT & CUMMINS (1984), com malha de 250 µm, colocado contra a correnteza nos pontos escolhidos, que diferem entre si, quanto ao tipo de substrato predominante, areia, cascalho e folhas. Com o auxílio de uma ferramenta, o fundo é remexido por um minuto, e todo o material é retido na rede. Os exemplares capturados foram depositados em frascos devidamente etiquetados contendo a estação de coleta, local e data.

Após a coleta, em laboratório, ocorreu uma primeira triagem correspondente a cada estação de coleta. O sedimento foi peneirado em um jogo de redes de diferentes malhagens e analisado sob estereomicroscópio. Com auxílio de pincéis e pinças, os indivíduos encontrados foram fixados em álcool 70% e alocados em frascos de vidro devidamente etiquetados. Em laboratório, os organismos foram identificados e contados sob estereomicroscópio (aumento de 30x) utilizando a literatura especializada (BOUCHARD Jr. 2004; FERNÁNDEZ & DOMÍNGUEZ, 2001; MERRITT et al., 2008); até nível de família e separados

em tubetes de vidro, etiquetados interna e externamente, contendo álcool 70% (SILVEIRA et al., 2004).

A categorização funcional das comunidades de invertebrados bentônicos foi realizada segundo (CUMMINS et al., 2005; MERRIT et al., 2008) e estimada a dominância relativa dos principais grupos tróficos funcionais: fragmentadores (shredders), coletores (collectors), raspadores (scrapers, grazers), e predadores (predators). Para os táxons classificados em mais de um grupo funcional, a identificação dos organismos foi dividida entre cada categoria trófica possível. Devido ao grande número de hábitos alimentares conhecidos para os Chironomidae, estes não foram incluídos nos cálculos de abundância de GTF (CALLISTO et al., 2001).

ANÁLISE DOS DADOS

Os valores de densidade total e abundância de táxons foram testados com ANOVA one-way (dados log transformados), seguido pelo teste de Tukey HSD (*post hoc*) (ZAR, 1999).

Foram aplicados os índices biológicos IBF (Índice Biótico de Famílias) conforme Strieder et al., (2003), BMWP (Biological Monitoring Working Party) segundo COTA et al. (2002) e EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) conforme CARRERA & FIERRO (2001).

Foram calculados também os índices de diversidade de Shannon-Wiener, Homogeneidade de Pielou e Dominância de Berger-Parker conforme (MAGURRAN, 1988).



Figura 1. Vista parcial das estações de coleta no rio Perequê. (a) EC₁; (b) EC₂; (c) EC₃; (d) EC₄; (e) EC₅; (f) EC₆; (g) EC₇ e (h) EC₈.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 290 organismos distribuídos em 12 táxons foi registrado para o rio Perequê durante as amostragens. O táxon mais abundante encontrado foi Chironomidae (Fig. 2a) (57,6% de todos os organismos coletados), Hydracarina (12,9%) e Leptoceridae (Fig. 2b) (7,6%). Estes três táxons representaram aproximadamente 80% dos invertebrados encontrados no rio Perequê. Entre todas as estações de coleta, foi registrada uma densidade total de 317 ind.m².

O local de menor densidade de organismos foi a EC₁ (8,9 ind.m²) enquanto que na EC₆ foram observados os maiores valores de densidade (86,7 ind.m²) (Tab. I). Os valores de densidade de indivíduos

entre as estações de coleta não diferiram significativamente ($p=0,5641$).

O valor máximo de diversidade foi observado na EC₆ ($H'=1,64$), enquanto que a homogeneidade entre os táxons foi mais alta na EC₁ ($J'=0,91$) (Tab. I).

Cinco grupos tróficos funcionais foram identificados: predador, coletor-catador, fragmentador e raspador. Os coletores-catadores foram os mais abundantes (20,2 % do número total de organismos), seguido de predadores (15,4 %) e raspadores (1,7 %) (Tab. I).

Foram observados organismos que possivelmente desenvolvam condições para o estabelecimento do restante da fauna de invertebrados, como Hydracarina e Naucoridae (Fig. 2c).

Tabela I. Classificação taxonômica, densidades (ind. m²) e classificação dos grupos tróficos funcionais (GTF) dos invertebrados aquáticos registrados no rio Perequê, P= predador, C-C = coletor-catador, C-F= coletor-filtrador, F = fragmentador, R = raspador.

Classificação taxonômica	GTF	Ec ₁	Ec ₂	Ec ₃	Ec ₄	Ec ₅	Ec ₆	Ec ₇	Ec ₈
Anellida									
Oligochaeta	C-C	-	6,67	8,89	14,44	1,11	-	-	-
Crustacea									
Palaemonidae	C-C	-	-	-	-	3,33	11,11	1,11	-
Trichodactylidae									
<i>Thichodactylus</i> sp.	C-C	-	-	-	-	-	1,11	-	-
Insecta									
Acarina									
Hydracarina	P	-	2,22	2,22	6,67	4,44	1,11	-	-
Coleoptera									
Elmidae	R	-	1,11	1,11	-	1,11	2,22	-	-
Diptera									
Chironomidae	P/C-C/F/C-F	4,44	20,00	12,22	28,89	42,22	43,33	12,22	22,22
Ephemeroptera									
Caenidae									
<i>Caenis</i> sp.	C-C/R	-	5,56	3,33	2,22	-	2,22	-	-
Hemiptera									
Gerridae	P	1,11	1,11	-	-	-	1,11	-	-
Naucoridae	P	2,22	2,22	-	1,11	3,33	7,78	-	-
Plecoptera									
Perlidae	P	1,11	-	-	-	-	1,11	-	-
Trichoptera									
Leptoceridae	C-C/F/P	2,22	1,11	-	-	1,11	12,22	5,56	5,56

Durante o estudo, foram registradas as presenças de ninfas de *Caenis* (Caenidae) que são raspadores, onívoras tendo como principal dieta a matéria orgânica vegetal; além de larvas de Chironomidae, cujas densidades foram sempre superiores ao restante da fauna registrada.

A presença de fragmentadores e raspadores é registrada, porém a ocorrência desses grupos ficou limitada, possivelmente a altas densidades de Chironomidae em todas as estações de coleta, competindo por alimento (partículas finas de matéria orgânica) e por espaço (abrigo e proteção), sendo por sua vez, alimento para outros invertebrados (p.ex. formas imaturas de Coleoptera e Hemiptera). A riqueza e diversidade de táxons estiveram relacionadas com a preservação da mata ciliar do rio Perequê, com a freqüente presença humana nesses locais. Na EC₇ e EC₈ foi observada a presença de tubulações vindas das usinas instaladas próximas as margens do rio, o que também pode estar influenciando as populações de invertebrados no local, já que foram registrados os mais baixos valores de diversidade ($H' = 0,81$ e $0,50$, respectivamente).

Fatores como as características limnológicas do ambiente, principalmente quanto a disponibilidade de nutrientes, afetam diretamente as comunidades de insetos, principalmente de Chironomidae (*Goeldichironomus* e *Chironomus*), e Oligochaeta, organismos considerados resistentes e adaptados a ambientes enriquecidos (CALLISTO et al. 2002). Neste estudo, estes táxons apresentaram os maiores valores de densidade de organismos entre as estações de coleta.

A disponibilidade alimentar faz com que os Chironomidae tendam a apresentar hábitos alimentares generalistas e oportunistas, principalmente os coletor-catadores, que muitas vezes utilizam organismos do perifíton como alimento o que também pode explicar a dominância de indivíduos de Chironomidae sobre os demais táxons, em todas as estações amostrais.

No rio Perequê foram observados diferentes tipos de substrato, e diferentes velocidades de correnteza, que por sua vez contribuem para o estabelecimento de determinados táxons. A EC₆, que apresentou o maior valor de diversidade, foi observada uma grande acumulação de matéria orgânica vegetal em decomposição, que possivelmente, venha favorecer o estabelecimento da maioria dos táxons de invertebrados do rio.

A qualidade do hábitat é um dos fatores mais importantes no sucesso de colonização e estabelecimento das comunidades biológicas em ambientes lênticos ou lóticos. A flora e a fauna presentes em um sistema aquático são também influenciadas pelo ambiente físico do corpo d'água como o tipo de substrato (GRAY 1974, ALONGI & CHRISTOFFERSEN, 1992 e MARQUES et al., 1999).

Embora as variações de diversidade das comunidades bênticas possam ser analisadas em diferentes escalas, local, regional e global, as causas dessas variações não estão ainda inteiramente compreendidas, apesar de várias hipóteses terem sido formuladas baseadas em fatores diversos, tais como tempo, estabilidade climática, heterogeneidade espacial, distúrbios físicos do ambiente, tipo de sedimento, competição, predação e produtividade.

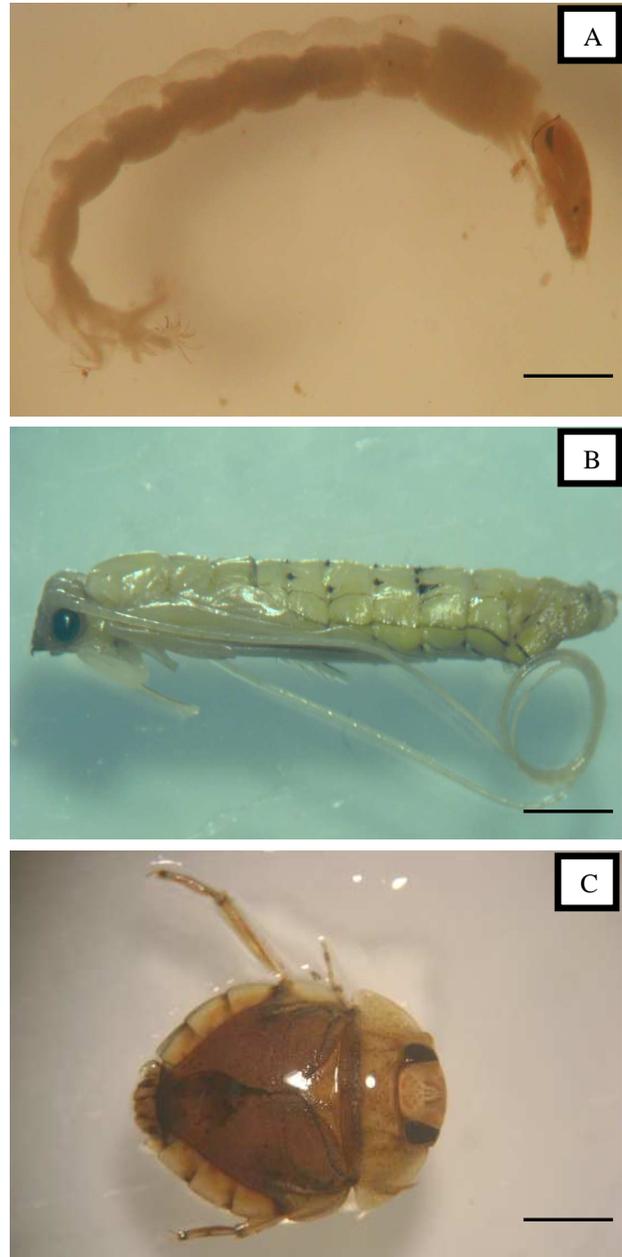


Figura 2. (a) larva de Chironomidae; (b) pupa de Leptoceridae e (c) larva de Naucoridae. (1mm)

De uma forma geral, em relação a esses fatores, a diversidade tenderia a ser maior em ambientes heterogêneos, sujeitos a uma maior estabilidade climática e a uma freqüência intermediária

de ocorrência de distúrbios (CONNEL, 1978; HUSTON, 1979); a maior abundância de predadores diminuiria a competição entre presas, aumentando a diversidade (WILSON, 1991; PETERSON, 1992); ambientes mais produtivos apresentariam maior diversidade, a qual tenderia a aumentar com o passar do tempo (REX et al., 1993).

Os resultados dos índices biológicos mostram que as águas do baixo rio Perequê são classificadas entre regular e muito ruim (Tab. II).

Tabela II. Resultado do Índice Biótico de Famílias aplicado nas estações de coleta (EC) no rio Perequê. (IV) regular; (V) relativamente ruim; (VI) ruim; (VII) muito ruim.

EC	IBF	BMWP	EPT
1	regular	baixa	regular
2	muito ruim	baixa	ruim
3	muito ruim	ruim	ruim
4	muito ruim	ruim	ruim
5	ruim	baixa	ruim
6	relativamente ruim	boa	ruim
7	relativamente ruim	ruim	regular
8	ruim	ruim	ruim

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observada uma diminuição significativa na riqueza taxonômica, equitabilidade, diversidade e na densidade total de organismos bentônicos, analisando-se as estações de coleta à jusante, a medida que se aproximava dos locais onde há uma maior atividade humana.

A distribuição dos organismos no rio Perequê foi homogênea com relação aos táxons encontrados, porém com relação às densidades de cada espécie ocorre flutuação numérica, dependendo do local estudado. Podemos observar que houve o predomínio de Oligochaeta em substrato arenoso e rico em detritos. Nos ecossistemas com sedimentos ricos em matéria orgânica em decomposição foi encontrado o predomínio de larvas de Chironomidae.

Os resultados de diversidade de táxons foram corroborados com os resultados dos três índices de qualidade biológica (IBF, BMWP e EPT) aplicados no rio Perequê, que demonstram que o rio vem sofrendo um acelerado processo de degradação ambiental, gerando a devastação da mata ciliar e conseqüente a diminuição da diversidade na comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

A composição taxonômica e estrutura de comunidades bentônicas evidenciaram baixa riqueza,

equitabilidade e diversidade taxonômica, relacionado à reduzida qualidade de água. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos bentônicos encontrados nas estações de coleta. A fauna encontrada é típica de ambientes impactados (Chironomidae e Oligochaeta na maioria).

Os resultados obtidos neste estudo foram úteis para o avanço do estado de conhecimento das populações de invertebrados bentônicos da região, além de corroborar com o papel destes animais como ferramentas importantes na avaliação da saúde e integridade dos ecossistemas aquáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONGI, D.M. & CHRISTOFFERSEN, P. Benthic infauna and organism-sediment relations in a shallow tropical area: influence of outwelled mangrove detritus and physical disturbance. *Marine Ecology Progress Series*. v.81, p.229-245,1992.
- BOUCHARD JR., R. W. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, St. Paul, University of Minnesota, 208p. 2004.
- BUSS, D. F., BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cadernos de Saúde Pública*. v. 19, p. 465-473, 2003.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. D. C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.
- CALLISTO, M; MORENO, P; GONÇALVES, J. F. Jr.; LEAL, J. J. F. & ESTEVES, F. A. Diversity and biomass of Chironomidae (Diptera) larvae in the impacted coastal lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. v. 62, n.1, p.77-84, 2002.
- CARRERA, C. & FIERRO, K. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. *EcoCiência*. Quito. 2001.
- CETESB. Poluição das Águas no Estuário e Baía de Santos. Relatório Técnico. 71p. 1979.
- _____. Metais pesados na Baía de Santos e Estuários de Santos e São Vicente. Relatório Técnico. 231p. 1981.
- _____. Avaliação preliminar da contaminação por metais pesados na água, sedimento e organismos aquáticos do Rio Cubatão (SP). Relatório Técnico. 28 p. 1989.
- _____. Contaminantes na Bacia do rio Cubatão e seus Reflexos na Biota Aquática. Relatório Técnico. 81p. 1990.
- _____. Monitoramento Integrado das Bacias do Alto e Médio Tietê – Avaliação da Qualidade da

- Água, Sedimento e Peixes. Relatório Técnico. 312p. 1999.
- _____. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico. São Paulo, 178p. 2001.
- CONNELL, J.H. Diversity in tropical rainforest and coral reefs. *Science*, v. 199, p. 1302-1310, 1978.
- COTA, L. GOULART, M. MORENO, P. CALLISTO, M. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* v. 28, p. 1-4. 2002.
- CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W.; & ANDRADE, P. C. N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. v. 40, n. 1, p. 69-89, 2005.
- FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (Ed.). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán, 282 p. 2001.
- FRESI, E; GAMBINO, M. C.; FOCARDI, S.; BARGAGLI, R. ; BALDI, F; & FALSIAI, L. Benthic community and sediment types: a structural analysis. *Marine Ecology*. v. 4, n.2, 101-121, 1983.
- GRAY, J. S. Animal-sediment relationship. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. v. 12, p. 223-261, 1974.
- HUSTON, M. A general hypothesis of species diversity. *The American Naturalist*. v. 113, p. 81-101, 1979.
- JOHNSCHER-FORNASARO, G. & ZAGATTO, P. A. Utilização da Comunidade Bentônica como Indicador da Qualidade de Rios da Região de Cubatão. *Anais do 13º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 105, 1985.
- MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and Its Measurement. New Jersey, Princeton University Press. 179p. 1988.
- MARQUES, M. G. S. M., FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. *Revista Brasileira de Biologia* v. 59, n. 2, p. 203-210, 1999.
- MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Dubuque, Kendall & Hunt, 2. ed. 722p. 1984.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W.; BERG, M. B. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Dubuque, Kendall/Hunt Publishing Co. 1214 p. 2008.
- NORRIS, R. H.; HAWKINS, C. P. Monitoring river health. *Hydrobiologia*. v. 435, p. 5-17, 2000.
- PÉREZ, G.R. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Colombia, Col. Ciencias. 217 p. 1988.
- PETERSON, C.H. Competition for food and its community-level implications. *Benthos Research*. v. 42, p. 1-11, 1992.
- REX, M. A. C. T.; HESSLER, R. R.; ALLEN, J. A.; SANDERS, H. L. & WILSON, G. D. F. Global-scale latitudinal patterns of species diversity in the deep-sea benthos. *Nature*, London, v. 365, p. 639-649, 1993.
- SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos. Comunicado Técnico nº19. São Paulo: EMBRAPA, 2004.
- SOUTHWOOD T. R. E. *Ecology Methods*. London, Chapman & Hall, 2. ed. 524p. 1978.
- TOMMASI, L. R. Considerações ecológicas sobre o sistema estuarino de Santos (SP). 1979. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo - USP, Inst. Oceanográfico. 489p. 1979.
- WILSON, W.H. Competition and predation in marine soft-sediment communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*. v. 21, p. 221-241, 1991.
- ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. New Jersey. Prentice-Hall, Upper Saddle River. 662 p. 1999.