

Biomonitoramento do Ribeirão Água Parada (Bacia Hidrográfica do Rio Batalha) em Bauru (SP), utilizando Macroinvertebrados Bentônicos

Biomonitoring of the Água Parada Stream (Batalha River Basin) in Bauru (SP), using Benthonic Macroinvertebrates

Adriano Evandir Marchello¹; Jandira Liria Biscalquini Talamoni²; Karine Delevati Colpo³

¹Departamento de Ciências Biológicas, Centro Universitário Sagrado Coração, UNISAGRADO, Bauru, SP, Brasil.

²Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Bauru, SP, Brasil.

³Instituto de Limnología, Universidad Nacional La Plata, UNLP, La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

E-mail do autor correspondente: *driecologia@gmail.com*

RESUMO

O problema de falta de água no município de Bauru tem se tornado uma constante, com rodízios constantes para a população, principalmente porque parte da cidade depende de um único rio para abastecimento público, o Batalha. Sendo assim, este trabalho objetivou caracterizar a comunidade de macroinvertebrados bentônicos do Ribeirão Água Parada, Bauru (São Paulo, Brasil), visto que esse vem sendo monitorado com a expectativa de que seja utilizado futuramente como manancial de abastecimento de água para a população daquele município. Para alcançar os objetivos, coletas foram realizadas no inverno (época de menor índice pluviométrico), analisando parâmetros abióticos (com uma sonda multiparamétrica e peneira sedimentológica) e bióticos (coleta com draga de macroinvertebrados bentônicos). Os resultados mostraram que a comunidade de macroinvertebrados bentônicos é muito pobre, tanto em riqueza de espécies quanto em abundância. Com exceção da concentração de matéria orgânica, os valores obtidos para as demais variáveis abióticas (pH, condutividade elétrica, temperatura e concentração de oxigênio dissolvido) não se mostraram estatisticamente diferentes, apresentando valores típicos de ambientes lóticos saudáveis. A baixa diversidade de macroinvertebrados bentônicos parece estar associada ao tipo de substrato encontrado (areia muito fina), o que dificulta a criação de micro-habitat e o estabelecimento dos organismos.

Palavras-chave: Granulometria. Bioindicadores. Qualidade da Água.

ABSTRACT

The lack of water is a constant issue in the city of Bauru, which frequently does water rationing for the population, mainly because part of the city depends on a single river for public supply, the Batalha River. Therefore, this study aimed to characterize the community of Benthic Macroinvertebrates of Água Parada Stream in Bauru (São Paulo, Brazil), since it has been monitored expecting that it will be used in the future as a source of water supply for the population of the city. To achieve such objectives, samples were collected in winter (time of lower rainfall), analyzing abiotic (with a multiparameter probe and sedimentological sieve) and biotic parameters (collection with benthic macroinvertebrates dredge). The results showed that the benthic macroinvertebrate community is extremely poor, both in species richness and abundance. Except the concentration of organic matter, the values obtained for the other abiotic variables (pH, electrical conductivity, temperature, and dissolved oxygen concentration) were not statistically different and showed typical values of healthy lotic environments. The low diversity of benthic macroinvertebrates is associated with the type of substrate found (very fine sand), which makes the creation of micro-habitat and the establishment of organisms difficult.

Keywords: Granulometry. Bioindicator. Water Quality.

1. INTRODUÇÃO

O município de Bauru conta com cerca de 365 mil habitantes (IBGE, 2014), e está situado na região centro-oeste do estado de São Paulo (22°18'54" S e 49°03'39" W) (Figueiredo & Paz, 2010). Cerca de 40% da população é abastecida por águas provenientes do rio Batalha, mas diante do evidente quadro de redução da vazão do rio durante os períodos críticos, bem como do crescente processo de assoreamento do seu leito, a administração municipal tem vislumbrado no Ribeirão Água Parada uma alternativa para suprir as futuras necessidades hídricas da população.

O corpo de água em questão é afluente do rio Batalha, cuja bacia está quase totalmente inserida no município de Bauru e, com a intenção de que, em breve, suas águas possam ser utilizadas como fonte complementar de abastecimento da população, suas características físicas e químicas vêm sendo monitoradas desde o ano 2000 (Castilho, 2007).

O monitoramento das variáveis abióticas de um corpo de água traz importantes informações que possibilitam a avaliação do grau de impacto sofrido por aquele recurso hídrico em um dado momento. Contudo, esse processo apresenta desvantagem em relação à descontinuidade – temporal e espacial – das amostragens, pois os dados coletados fornecem apenas um registro momentâneo de uma situação que, na verdade, sabe-se ser altamente dinâmica (Whitfield, 2001).

Portanto, a análise e o monitoramento das comunidades biológicas podem complementar tais informações, fornecendo um panorama da integridade ecológica total do ecossistema em

estudo (Andrade et al. 2020). Além das integridades física e química, a integridade biológica possibilita a análise e a discussão dos efeitos que os diferentes agentes impactantes exercem sobre o sistema ecológico como um todo, possibilitando uma medida de suas respostas aos impactos sofridos (Barbour et al. 1999; Goulart & Callisto, 2003; Roy et al. 2003; Andrade et al. 2020).

Rosenberg & Resh (1993) afirmam que dentre os organismos aquáticos comumente utilizados como bioindicadores, estão os macroinvertebrados bentônicos, peixes e comunidades perifíticas, sendo os primeiros os mais utilizados. Cairns & Pratt (1993) também salientam a importância do estudo de macroinvertebrados bentônicos, como bioindicadores de qualidade da água, visto que eles habitam o fundo dos sistemas aquáticos durante pelo menos parte de seu ciclo de vida, onde se associam aos mais diversos tipos de substratos orgânicos – como o folhiço e as macrófitas aquáticas – e inorgânicos, como o cascalho, a areia, as rochas, entre outros.

O fato de permanecerem no fundo e não serem naturalmente arrastados pela correnteza, especialmente no caso dos sistemas lóticos, como ocorre com os organismos planctônicos, permite a detecção e a análise dos efeitos locais de um poluente ambiental, por exemplo. Por isso, é importante que as análises qualitativa e quantitativa da comunidade bentônica durante um estudo visem a identificação dos efeitos do agente estressor sobre a biota aquática (Goulart & Callisto, 2003; Roy et al. 2003; Andrade et al. 2020).

Com a preocupação do município em buscar novas fontes de água para abastecimento público, o presente trabalho objetivou analisar, utilizando Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores, a qualidade da água do Ribeirão Água Parada, Bacia Hidrográfica do Rio Batalha, SP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas amostragens mensais, no período de seca, em três pontos de coleta (ponto 1 – área com mata ciliar preservada; ponto 2 – área sem mata ciliar e utilizada para a dessedentação e travessia de gado; ponto 3 – área sem mata ciliar, com macrófitas aquáticas submersas enraizadas e com uma ponte de concreto). Todos os pontos foram amostrados em triplicatas.

Nos pontos 1 e 2, as medidas das variáveis (temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, granulometria e matéria orgânica) para estudo foram tomadas três vezes a cada coleta. Contudo, a presença de restos de materiais decorrentes do processo de construção da ponte limitou a realização das coletas em tréplica de sedimento no ponto 3. Apenas uma coleta foi realizada nesse ponto de amostragem.

Algumas variáveis físicas e químicas foram determinadas *in situ* (Browser & Zar, 1984), tais como a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido, utilizando um oxímetro YSI - Modelo 95/10 FT. Para as análises de condutividade elétrica e pH, foram coletadas amostras de

água na subsuperfície, acondicionadas em frascos de polietileno devidamente identificados no gelo, conduzidas ao Laboratório de Águas Residuárias da Faculdade de Engenharia da Unesp, em Bauru. No laboratório, as amostras foram analisadas assim que chegaram com o auxílio de um condutivímetro Orion - Modelo 3 STAR (*conductivity benchtop*) e um pHmetro Orion - Modelo 310, respectivamente.

O sedimento foi coletado, com auxílio de uma draga Eckman (225 cm²), contra o fluxo do rio. A análise da granulométrica foi realizada com auxílio de um agitador de marca Bel - Modelo N 2029, pelo método de peneiramento (Suguio, 1973). Cada fração peneirada foi pesada em balança analítica e teve sua porcentagem determinada em relação ao total. Os grãos foram classificados em: grãos (G), areia grossa (A.G.), areia média (A.M.), areia fina (A.F.), areia muito fina (A.M.F.) e finos (F).

Para a determinação da concentração de matéria orgânica (MO) presente no sedimento, alíquotas de 20,0g desse, devidamente seco em estufa a 40 °C, foram calcinadas em mufla, a 500 °C durante um período de cinco horas. Através da diferença obtida entre a massa inicial e a massa final, obteve-se a porcentagem de matéria orgânica presente em cada alíquota. Para o cálculo da porcentagem de MO, as pesagens foram realizadas em balança analítica Bel, de quatro casas decimais.

As amostras destinadas ao estudo da macrofauna bentônica foram acondicionadas em frascos de vidro, fixadas com álcool 70% e corado com rosa de bengala (na proporção de 120 mg.L⁻¹). O sedimento foi triado em peneira de malha de 350 µm (para reter os macroinvertebrados presentes).

A identificação dos animais retidos foi realizada pelos próprios pesquisadores, com auxílio de um microscópio estereoscópio Carl Zeiss - Modelo STEMI 2000, até o nível de Família, utilizando-se chaves de identificação taxonômica, como as propostas por McCafferty (1983), Pérez (1988); Trivinho-Strixino & Strixino (1995) e Costa (2006).

Para a avaliação da estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foram calculados a riqueza de táxons (S) e a sua abundância.

Devido à não normalidade dos dados ($p > 0,05$), os valores médios das variáveis analisadas foram comparados entre os pontos de amostragem por meio da análise de Kruskal-Wallis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para as variáveis abióticas não apresentaram diferenças estatísticas, sendo as médias (20° C, pH 7,5, concentração de oxigênio dissolvido de 6,4 mg.L⁻¹ e 77,5 µS.cm⁻¹ de condutividade elétrica) consideradas ideais para ambientes aquáticos de alta qualidade (Mathews e Tundisi, 1988; Moraes, 2001). A temperatura foi baixa para um ambiente tropical devido

às coletas terem sido realizadas no período da manhã e no inverno. O pH mostra que o ambiente está próximo do tamponamento, dando condições ideais de crescimento para a maioria dos organismos aquáticos. A concentração de oxigênio dissolvido está provavelmente relacionada com sua difusão via atmosfera, considerando que o rio é raso (aproximadamente 1,5 metro de profundidade) e pela produção das poucas macrófitas aquáticas presentes. Já a condutividade diz que o ambiente não sofre influência antrópica, como despejo de esgotos (Esteves, 2011).

A concentração de matéria orgânica (Fig. 1) foi reduzida nos pontos um e dois, enquanto o ponto três apresentou mais que o dobro da concentração de matéria orgânica registrada no ponto um, e o triplo daquela obtida no ponto dois. Essa diferença pode estar associada à ocorrência de macrófitas aquáticas submersas (*Myriophyllum aquaticum*, conhecidas popularmente como pinheirinho-de-água) no ponto três, além da vegetação ciliar, as quais, de acordo com Bianchini Jr (2003), são importantes contribuintes para a produção de matéria orgânica, via decomposição, em ambientes aquáticos.

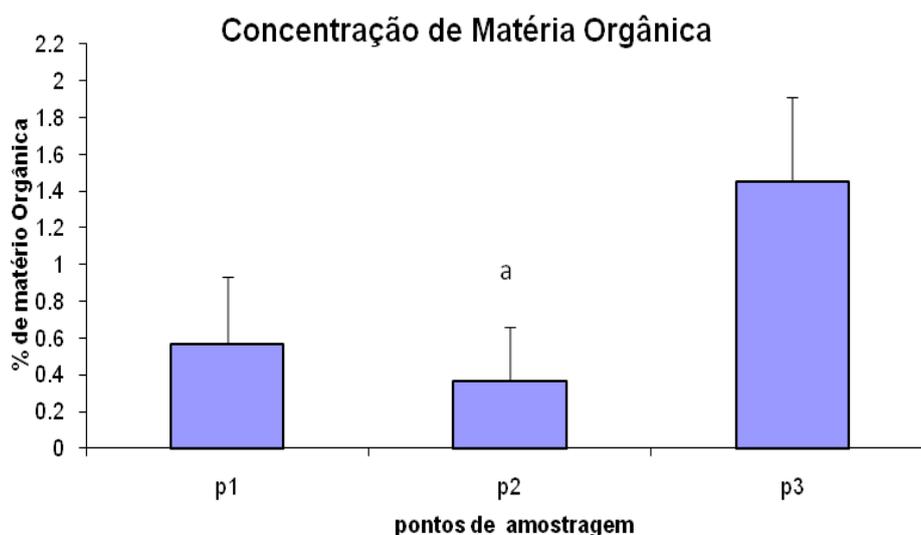


Figura 1 - Concentração de matéria orgânica nos diferentes pontos amostrados no Ribeirão Água Parada, Bauru, SP.

Com relação à granulometria, não houve variação entre os pontos amostrados, predominando a areia muito fina ($> 125 \mu\text{m}$) em mais de 70% do total de sedimentos (Fig. 2). De acordo com Rodrigues (2007), esse tipo de sedimento mostra que o ponto de coleta está longe da área fonte de sedimentos, além de que a areia muito fina se deposita homogeneamente, diminuindo as deformações do leito lótipo e, conseqüentemente, diminuindo também os ambientes de fixação dos organismos bentônicos.

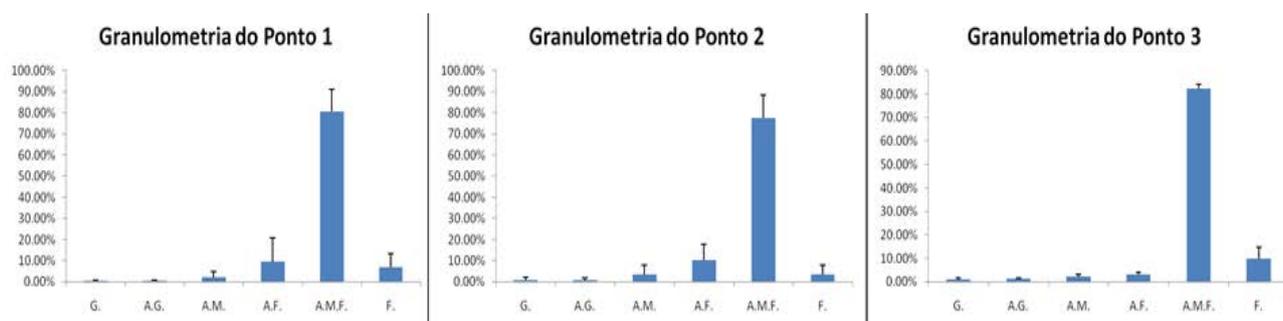


Figura 2 - Análise granulométrica dos sedimentos do Ribeirão Água Parada, Bauru, SP.

Como mostrado na Tabela 1, os três pontos amostrados apresentaram baixa riqueza de táxons e, em quase a sua totalidade, esses foram representados por indivíduos da família *Chironomidae* (Tabela 1). De acordo com Trivinho-Strixino & Strixino (1995), os representantes dessa família se constituem como um dos mais importantes grupos de insetos aquáticos, participando efetivamente da composição faunística de ecossistemas lacustres e fluviais, em que geralmente ocorrem na condição de larvas em elevadas densidades numéricas. Também há de se considerar que esses organismos aparentemente não dependem tanto da influência de fatores ambientais como ocorre com outros invertebrados (Callisto et al. 1999).

Tabela 1. Abundância e riqueza de táxons nos diferentes pontos amostrais.

Taxa	P1	P2	P3
ARTHROPODA			
Insecta			
<i>Chironomidae</i>	85	22	9
<i>Tipulidae</i>	1	4	5
ANELIDA			
<i>Oligochaeta</i>	0	1	1
Riqueza taxonômica	2	3	3
Total	86	27	15

Devái (1990) e Roy et al. (2003) indicam que a presença de quironomídeos está relacionada com o enriquecimento do sedimento do ambiente aquático em matéria orgânica (MO). Contudo, esse fator não foi observado neste estudo, já que no ponto três, em que foram encontradas as maiores concentrações de MO, registrou-se o menor número de indivíduos desse grupo. A maior quantidade de quironomídeos foi observada no ponto um, o que indica que, certamente, outros fatores afetam a quantidade de indivíduos presentes nos locais de amostragem, como a mata ciliar preservada desse ponto.

Representantes de outros dois *taxa* foram encontrados: família *Tipulidae* (ordem *Diptera*, filo *Arthropoda*) e da classe *Oligochaeta* (filo *Anellida*), sendo que os organismos da última foram encontrados apenas nos pontos dois e três, sendo representados unicamente por um indivíduo em cada um desses pontos (Tabela 1).

Segundo Margalef (1983), tanto os oligoquetas quanto os quironomídeos são representativos de ambientes que apresentam alta concentração de matéria orgânica. Dessa forma, as baixas concentrações de MO encontradas nos pontos dois e três podem explicar a escassez desses organismos nesses pontos de coleta.

Acredita-se que as baixas riqueza e abundância de organismos encontradas nas amostras possam ser explicadas pelos resultados obtidos para a granulometria do sedimento, visto que esse se mostra homogêneo, ou seja, pobre em condições características que poderiam abrigar diferentes espécies (Rodrigues, 2007). Essa homogeneidade, que limita a criação de *micro-habitats* necessários à instalação de diversos tipos de organismos, somada ao fato de que o leito do Ribeirão Água Parada é formado predominantemente por areia muito fina, o que dificulta o estabelecimento de Macroinvertebrados bentônicos, pode também justificar a escassez de organismos (Rempel et al, 2000; Hall et al. 2001; Hoke, 2005; Ribeiro & Uieda, 2005).

O fato de as coletas terem sido realizadas no período seco, inverno no Hemisfério Sul, pode ter sido um fator adicional na baixa diversidade e abundância dos macroinvertebrados encontrados nas três coletas realizadas no Ribeirão Água Parada (Ribeiro & Uieda, 2005; Andrade et al. 2020).

4. CONCLUSÃO

A comunidade de Macroinvertebrados bentônicos do Ribeirão Água Parada se mostrou fortemente influenciada pela granulometria (areia fina) e homogeneidade do sedimento. Com relação às características físicas e químicas da água analisadas neste estudo, pode-se afirmar que não apresentaram grandes diferenças nos pontos de coleta, o que indica que, aparentemente, essas não sejam condicionantes do padrão de distribuição dos organismos. Também é possível apontar que a captação das águas desse sistema para abastecimento público do município de Bauru, aparentemente, não causaria impacto à comunidade bentônica ali estabelecida.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.H.S.; FREITAS, S.C.; ELEUTÉRIO, A.S. Qualidade Ecológica da Água: monitoramento com bioindicadores e análise do uso e ocupação da terra em uma bacia hidrográfica urbana. *Brazilian Journal of Development*, 6(11), 2020.

BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D. & STRIBLING, J.B. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2ªed. Washington, D.C: Environmental Protection Agency; Office of Water. EPA 841-B-99-002, 1999.

- BIANCHINI JR. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas* (S.M. Thomaz & L.M. Bini). Maringá: Eduem. p. 85-126, 2003.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. *Field and laboratory methods for general ecology*. Dubuque: Wm. C. Brown. 222p, 1984.
- CAIRNS JR., J. & PRATT, J. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater bionitoring and benthic macroinvertebrates* (D.M. Rosenberg & V.H. Resh). New York: Chapman & Hall. p.10-27, 1993.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. & BARBOSA, F.A.R. Avaliação de habitats e grupos funcionais de macroinvertebrados bentônicos em alguns rios da serra do Cipó (MG - Brasil). In: *Congresso Brasileiro de Limnologia, 8º*, Florianópolis. Caderno de Resumos. Florianópolis: v.2, p.497, 1999.
- CASTILHO, G.S. *Estudo dos Parâmetros Físico-Químicos do Ribeirão Água Parada para Abastecimento Público no Município de Bauru-SP. Monografia (Bacharelado em Geografia)*, Universidade do Sagrado Coração, Bauru, SP, 2007.
- COSTA, C. (ed). *Insetos imaturos: metamorfose e identificação*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011.
- FIGUEIREDO, J.C. & PAZ, R.S. Nova classificação climática e o aspecto climatológico da cidade de Bauru/ São Paulo. In: *Congresso Brasileiro de Meteorologia, 16º*, Belém, PA, Brasil, 2010.
- GOULART, M.D. & CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM*, 2003.
- HALL, M.J.; CLOSS, G.P. & RILEY, R.H. Relationships between land use and stream invertebrate community structure in South Island, New Zealand, coastal stream catchments. *New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshw. Res.* 35: 591-603, 2001.
- HOKE, E. The freshwater mussels (Mollusca: Bivalvia: Unionidea) of northern Nebraska: the Missouri, Niobrara, and the White River basins. *Am. Malacol. Bull.* 20: 27-35, 2005.
- IBGE. *Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais*, 2014.
- MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona, Ediciones Omega, S. A., 1010pp, 1983.
- MATHEUS, C.E. & TUNDISI, J.G. Estudo físico-químico e ecológico dos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão e Represa do Lobo (Broa). In: *Limnologia e Manejo de Represas, São Carlos/SP* (J.G. Tundisi). Série: Monografias em Limnologia. 1:417-471, 1988.
- McCAFFERTY, W.P. *Aquatic Entomology*. Portolla Valley, CA: Jones and Bartlett Publishers, Inc, 1983.
- MORAES, A.J. *Manual para avaliação da qualidade da água – 1*. São Carlos: RiMA, 2001.
- PÉREZ, G.R. *Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogotá, Colômbia: Editorial Presencia Ltda, 1988.
- REMPEL, L. L.; RICHARDSON, J. S. & HEALEY, M. C. Macroinvertebrate community structure along gradients of hydraulic and sedimentary conditions in a large gravel-bed river. *Freshw. Biol.* 45: 57-73, 2000.
- RIBEIRO, L.O. & UIEDA, V.S. Estrutura a comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Ver. Bras. Zool.* 22(3): 613-618., 2005.

RODRIGUES, F.M.C. Abordagem Preliminar e Integrada da Qualidade da Água da Microbacia do Córrego da Areia Branca, Campinas, SP. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Ciências Ambientais). Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, 2007.

ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates* (D.M. Rosenberg & V.H. Resh). New York: Chapman and Hall. p.1-9, 1993.

ROY, A. H.; ROSEMOND, A. D.; PAUL, M. J.; LEIGH, D. S. & WALLACE, J. B. Stream macroinvertebrate response to catchment urbanisation (Georgia, USA). *Freshw. Biol.* 48:329-346, 2003.

SUGUIO, K. Introdução a Sedimentologia. São Paulo, Edgard Blucher, 317p, 1973.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia para identificação e diagnose dos gêneros. São Carlos: UFSCar, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. 229p, 1995.

WHITFIELD, J. Vital signs. *Nat.* 411(28): 989-990, 2001.