

## Monitoramento da qualidade da água e biodiversidade planctônica do Rio Almada

Cód/Nome	58 - Monitoramento da qualidade da água e biodiversidade planctônica do Rio Almada
Orientador	Nadson Ressayé Simões
Campus	Jorge Amado
Área	Atividades acadêmicas (ensino/pesquisa/extensão) - ÊNFASE NA PESQUISA.
Vagas	2
	simoesn@ufsb.edu.br

### Resumo

As bacias hidrográficas funcionam como unidades geográficas definida como o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, delimitando assim, um espaço físico funcional. Neste espaço, a diversidade de vida se complementa com a diversidade de habitats para gerar serviços e bens ecossistêmicos fundamentais para a vida humana. Os recursos hídricos e sua biodiversidade associada constituem serviços ecossistêmicos fundamentais para o homem. O termo biodiversidade designa a variedade da vida em diversas escalas, de genes a habitat, de um determinado local ou região. A diversidade taxonômica é o aspecto da biodiversidade mais frequentemente utilizado para abordar este tema e é mensurada sob três componentes: diversidade gama, alfa e beta. O termo plâncton é genericamente utilizado para designar um grupo de organismos aquáticos pertencentes a diferentes categorias sistemáticas, que são incapazes de vencer as correntes aquáticas. As rápidas respostas ecológicas destes organismos às variações ambientais tornam excelentes ferramentas para o monitoramento ambiental, auxiliando em medidas que visam: mitigar a perda de biodiversidade; avaliar respostas a distúrbios naturais e antropogênicos; e detectar alterações na estrutura e função dos ecossistemas. A presente proposta abrangerá a região da Bacia do Rio Almada, localizada Sul da Bahia. Será estudado o Rio Almada, o qual apresenta 138 km de comprimento, perpassa os municípios de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Barro Preto, Itajuípe, Itabuna, Ilhéus e Uruçuca e está localizado no sul da Bahia. O objetivo é avaliar a qualidade da água e sua relação com a biodiversidade planctônica da Bacia do Rio Almada. As coletas serão realizadas ao longo do eixo longitudinal do Rio Almada. Devido a variação sazonal da região, as coletas serão realizadas em dois períodos (chuvoso e seco) para diagnosticar o efeito da sazonalidade sobre a qualidade da água e biodiversidade planctônica da região. Serão analisados parâmetros físicos, químicos da água e biológicos da água. A comunidade fitoplanctônica será coletada à subsuperfície (amostra quantitativa), acondicionadas em frascos e fixadas in situ com lugol acético. Os organismos zooplanctônicos serão coletados por meio de arrastos verticais do fundo para a superfície com auxílio de uma rede de plâncton de 68 µm de abertura de malha e em seguida fixados em formol a 4% tamponado com carbonato de cálcio. Análises univariadas e multivariadas serão utilizadas para identificar o efeitos do uso e ocupação do solo e das variáveis físicas e químicas da água sobre a comunidade planctônica.

## Atividades dos bolsistas

Realizar pesquisa bibliográfica;  
Planejar experimentos;  
Coletar de material limnológico;  
Coletar de dados biológicos em ecossistemas aquáticos;  
Identificar zooplâncton;  
Analisar estatisticamente os dados através de método univariados e multivariados;  
Interpretar resultados científicos.  
Proceder com a análise da diversidade de espécies.

## Atividades semanais e carga horária

Análise de material biológico em laboratório

### Introdução

As bacias hidrográficas funcionam como unidades geográficas definida como o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, delimitando assim, um espaço físico funcional. Neste espaço, a diversidade de vida se complementa com a diversidade de habitats para gerar serviços e bens ecossistêmicos fundamentais para a vida humana. Os recursos hídricos e sua biodiversidade associada constituem serviços ecossistêmicos fundamentais para o homem. O termo biodiversidade designa a variedade da vida em diversas escalas, de genes a habitat, de um determinado local ou região. A diversidade taxonômica é o aspecto da biodiversidade mais frequentemente utilizado para abordar este tema e é mensurada sob três componentes: diversidade gama, alfa e beta. O termo plâncton é genericamente utilizado para designar um grupo de organismos aquáticos pertencentes a diferentes categorias sistemáticas, que são incapazes de vencer as correntes aquáticas. As rápidas respostas ecológicas destes organismos às variações ambientais tornam excelentes ferramentas para o monitoramento ambiental, auxiliando em medidas que visam: mitigar a perda de biodiversidade; avaliar respostas a distúrbios naturais e antropogênicos; e detectar alterações na estrutura e função dos ecossistemas. A presente proposta abrangerá a região da Bacia do Rio Almada, localizada Sul da Bahia. Será estudado o Rio Almada, o qual apresenta 138 km de comprimento, perpassa os municípios de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Barro Preto, Itajuípe, Itabuna, Ilhéus e Uruçuca e está localizado no sul da Bahia. O objetivo é avaliar a qualidade da água e sua relação com a biodiversidade planctônica da Bacia do Rio Almada. As coletas serão realizadas ao longo do eixo longitudinal do Rio Almada. Devido a variação sazonal da região, as coletas serão realizadas em dois períodos (chuvoso e seco) para diagnosticar o efeito da sazonalidade sobre a qualidade da água e biodiversidade planctônica da região. Serão analisados parâmetros físicos, químicos da água e biológicos da água. A comunidade fitoplanctônica será coletada à subsuperfície (amostra quantitativa), acondicionadas em frascos e fixadas in situ com lugol acético. Os organismos zooplanctônicos serão coletados por meio de arrastos verticais do fundo para a superfície com auxílio de uma rede de plâncton de 68 µm de abertura de malha e em seguida fixados em formol a 4% tamponado com carbonato de cálcio. Análises univariadas e multivariadas serão utilizadas para identificar o efeitos do uso e ocupação do solo e das variáveis físicas e químicas da água sobre a comunidade planctônica.

## Justificativa

Uma das consequências da fragmentação e redução da Mata Atlântica tem sido o decréscimo da biodiversidade. A perda de diversidade biológica é uma das formas mais acentuadas de ameaças aos ecossistemas naturais porque afeta diretamente as propriedades ecossistêmicas, tais como produtividade, decomposição, ciclagem de nutrientes, resistência e resiliência a perturbações (Loreau et al., 2001). O termo biodiversidade designa a variedade da vida em diversas escalas, de genes a habitat, de um determinado local ou região (Gaston, 2000). A diversidade taxonômica é o aspecto da biodiversidade mais frequentemente utilizado para abordar este tema e é mensurada sob três componentes: diversidade gama, alfa e beta (Koleff et al., 2003). A diversidade gama é a diversidade dentro de uma grande área; diversidade alfa é a diversidade de uma localidade; e a diversidade beta é a substituição espacial de espécies entre habitat ou localidades de uma área (Whittaker, 1972). O monitoramento destes componentes da diversidade contribui com importantes informações sobre os padrões de diversidade e processos que modificam a diversidade biológica nos ecossistemas (Ricklefs, 2004; Cingolani et al., 2010; Magurran et al., 2010), principalmente, devido às intensas pressões antropogênicas às quais os ecossistemas naturais estão sendo submetidos. Em ambientes aquáticos, mudanças no regime de escoamento natural, sobreexploração dos recursos naturais, a poluição da água, degradação do habitat e invasão de espécies são efeitos das atividades humanas que fizeram estes ambientes naturais entre os mais ameaçados, colocando em alto risco sua biodiversidade (Tockner et al., 2002; Agostinho et al., 2004; Dudgeon et al., 2006). Além destes, redução da diversidade de espécies (Sax & Gaines, 2003), homogeneização biótica (Rahel, 2002) e substituição da fauna (Popp & Hoagland, 1996) são algumas consequências de pressões antropogênicas sobre os componentes da diversidade biológica nos ecossistemas. Dentre as comunidades aquáticas, os microorganismos despertam o interesse em estudos que visam identificar alterações ambientais porque estes organismos respondem rapidamente às mudanças que ocorrem no ambiente, funcionando como indicadores ecológicos e auxiliando no entendimento das interações existentes entre os processos físicos, químicos e biológicos (Lampert, 1997; Matsumura-Tundisi, 1997). As rápidas respostas ecológicas destes organismos às variações ambientais tornam os microorganismos aquáticos excelentes ferramentas para o monitoramento ambiental, podendo auxiliar em medidas que visam: mitigar a perda de biodiversidade; avaliar as respostas a distúrbios naturais e antropogênicos; e detectar alterações na estrutura e função dos ecossistemas (Lindenmayer & Likens, 2010; Bonecker et al., 2013). A comunidade planctônica além de indicar alterações de curto prazo, também são indicadores de alterações de longo prazo (Crossetti et al., 2008; Rodrigues et al., 2009; Virro et al., 2009; Simões et al., 2012; Bonecker et al., 2013). Apesar de seu importante papel ecológico em sistemas aquáticos, poucas políticas ambientais consideram o plâncton como ferramenta para fortalecer as estratégias de conservação. Embora, vários estudos têm destacado que esta comunidade em sistemas aquáticos impactados ou com diferentes graus de trofia exibem uma composição, estrutura e riqueza de espécies diferente daqueles registrados em ambientes mais conservados (Dodson, 1992; Attayde & Bozelli, 1998; Dodson & Lillie, 2001; Hoffmann & Dodson, 2005; Pinto-coelho et al., 2005; Dodson et al., 2009; Simões et al., 2015). Além disso, estudos recentes em áreas em processo de restauração ambiental, revelaram um aumento na diversidade ou alterações nas características funcionais do plâncton (por exemplo, tamanho do corpo) (Louette et al., 2008; Palmer et al., 2013). Estas observações suportam o uso desses organismos como uma ferramenta útil para ajudar no estabelecimento de áreas prioritárias para conservação. O termo plâncton é genericamente utilizado para designar um grupo de organismos aquáticos pertencentes a diferentes categorias sistemáticas, que são incapazes de vencer as correntes aquáticas (Hutchinson, 1976), e, portanto, vivem a deriva nos habitats aquáticos, tais como: rios, lagos, estuários, igarapés, reservatórios, oceanos entre outros. Este grupo é tradicionalmente dividido na fração vegetal e animal.

O fitoplâncton representa a fração vegetal e possui um papel fundamental nos ambientes aquáticos porque constitui a base energética da cadeia alimentar (Hutchinson, 1976). A comunidade zooplânctônica é representada pela fração animal dos microrganismos suspensos na água e funcionam como elo entre produtores e consumidores (Lampert, 1997; Esteves, 1998). A presente proposta abrangerá a região de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Barro Preto, Itajuípe, Itabuna, Ilhéus e Uruçuca no Sul da Bahia. Será estudado o Rio Almadina, o qual apresenta 138 km de comprimento. A Bacia Hidrográfica do Rio Almada (BHRA) está inserida na região cacauzeira da Bahia, local em que as formações florestais de mata atlântica foram mais conservadas devido ao modelo agrícola utilizado (cabruca) (Franco et al. 2012). A BHRA pertence ao domínio geotectônico/geocronológico Escudo Oriental da Bahia e, em menor extensão, à Província Costeira e Margem Continental (GOMES et al., 2010).

### Objetivo Geral

Caracterizar e diagnosticar a relação entre qualidade de água e biodiversidade de micro-organismos aquáticos da bacia do Rio Almada.

### Objetivos Específicos

- Medir as variáveis físicas, químicas e biológicas da água do Rio do Almada;
- Analisar o efeito do uso da bacia sobre a qualidade da água;
- Identificar as espécies planctônicas na Bacia do Rio Almada;
- Analisar se uso da bacia interfere na biodiversidade (diversidade alfa, beta e gama) de invertebrados;
- Identificar as causas de degradação da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Almada;
- Identificar se existem bioindicadores para auxiliar no monitoramento da qualidade das águas;
- Identificar estratégias de biomonitoramento da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Almada;

### Metodologia

#### Delineamento amostral

As coletas serão realizadas ao longo do eixo longitudinal do Rio Almada, desde a região mais próxima às nascentes até a região estuarina. Devido a variação sazonal da região, as coletas serão realizadas em dois períodos (chuvoso e seco) para diagnosticar o efeito da sazonalidade sobre a qualidade da água e biodiversidade planctônica da região.

#### Análise das variáveis físicas, químicas e biológicas da água

Em todos os pontos de amostragem serão mensurados in situ: pH, potencial redox, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, temperatura, turbidez e profundidade, utilizando uma sonda Hanna. Amostras de água serão obtidas e acondicionadas em caixas térmicas com gelo para posterior análises laboratoriais, onde serão mensurados: alcalinidade total (mEq.L-1) estimada através de titulação Gran (Carmouze, 1994); material em suspensão total através do (Bicudo & Menezes, 2006) métodos gravimétrico (Silva, 2002). A determinação da concentração de clorofila a será realizada através do método espectrofotométrico (Parson & Strickland, 1962), onde, alíquotas, em réplica, serão filtradas utilizando filtro millipore HA de 47 mm de diâmetro e 0,45 µm de porosidade, com auxílio de uma bomba a vácuo. Alíquotas de água serão

acondicionadas em frasco de polietileno e preservada em freezer (-20 °C) para posterior determinação, em laboratório, de fósforo total (Mackereth et al., 1978) e nitrogênio total (Bergamin et al., 1978). A comunidade fitoplanctônica será coletada à subsuperfície (amostra quantitativa), acondicionadas em frascos e fixadas in situ com lugol acético. Paralelamente, serão obtidas amostras de fitoplâncton utilizando-se rede de plâncton de 15 µm de abertura de malha (amostra qualitativa) e preservadas em solução de Transeau (Bicudo & Menezes, 2006). A densidade fitoplanctônica será estimada mediante o uso de um microscópio invertido, segundo o método de Utermöhl (1958). Em laboratório, as amostras serão acondicionadas em cubetas de sedimentação, e colocadas em câmara úmida por no mínimo 6 h para sedimentação. Decorrido este período, as amostras serão analisadas em microscópio invertido com contraste de fase, utilizando-se um aumento de 400x. A contagem será realizada aleatoriamente, por campos, até a obtenção de 100 indivíduos da espécie mais frequente, sendo o erro inferior a 20%, a um coeficiente de confiança de 95% (Lund et al., 1958). Também será considerada a curva de estabilização das espécies. Os organismos zooplânctônicos serão coletados por meio de arrastos verticais do fundo para a superfície com auxílio de uma rede de plâncton de 68 µm de abertura de malha e em seguida fixados em formol a 4% tamponado com carbonato de cálcio. A identificação será realizada sob microscópio estereoscópio e microscópio óptico com o auxílio da bibliografia especializada (Koste, 1978; Reid, 1985; Elmoor-Loureiro, 1997). As contagens serão realizadas em cubetas de acrílico com fundo quadriculado sob microscópio estereoscópio para os microcrustáceos adultos e em câmaras tipo Sedgwick-Rafter para rotíferos e náuplios, onde, no mínimo, 100 indivíduos da espécie mais abundante será estimada, em três sub-amostragens subseqüentes obtidas com pipeta do tipo Hensen-Stempel (2 mL) (Bottrell et al., 1976) sendo a densidade final expressa em ind.m<sup>-3</sup>. O esforço de identificação será realizado até a estabilização da curva de incremento de espécies. Esses resultados serão utilizados para estimar a composição da comunidade em cada ponto e período amostrado. A identificação será realizada sob microscópio estereoscópio e microscópio óptico com o auxílio da bibliografia especializada. As contagens serão realizadas em cubetas de acrílico com fundo quadriculado sob microscópio estereoscópio para os microcrustáceos adultos. Rotíferos e amebas testáceas serão contados em câmaras do tipo Sedgwick-Rafter. No mínimo, 100 indivíduos da espécie mais abundante serão contados, em três sub-amostragens subseqüentes obtidas com pipeta do tipo Hensen-Stempel (2 mL). O esforço de identificação será realizado até a estabilização da curva de incremento de espécies. Esses resultados serão utilizados para estimar a composição da comunidade em cada ambiente e período amostrado. Análise de dados A variabilidade temporal e espacial das características físicas e químicas da água será analisada utilizando uma Análise de Componente Principais (PCA) para sumarizar os principais gradientes de condições ambientais afetadas pelo uso e ocupação do solo. Está análise será realizada com os dados padronizados utilizando a matriz de correlação. Posteriormente, uma PERMANOVA (Anderson, 2001) será realizada para testar diferenças significativas entre as áreas. A diversidade taxonômica será estimada para cada grupo planctônico, considerando os três componentes da diversidade: local (alfa), beta e regional (gama). A diversidade local é a diversidade em uma dada localidade, a diversidade beta é a taxa de substituição entre localidades e a diversidade gama é a diversidade em uma região (Whittaker, 1972). A diversidade beta será estimada utilizando os índices de diversidade beta de Simpson (Koleff et al., 2003) e Raup-crick (Chase et al., 2011). Enquanto a diversidade regional será estimada através da curva de acumulação de espécies e estimadores não paramétricos (Colwell & Coddington, 1994; Magurran, 2004). A comparação da diversidade beta da comunidade planctônica entre as coletas será analisada utilizando o método proposto por Anderson et al., (2006). Este método implementa uma medida de variabilidade entre grupos previamente definidos, calculando a variabilidade espacial da comunidade utilizando uma PCoA (Análise de Coordenada Principais), no qual um centróide para cada grupo é calculado em um espaço de coordenadas principais e as distâncias entre as unidades amostrais e seus respectivos centróides são avaliadas: maiores distâncias dos centróides expressam maior diversidade beta em relação ao grupo com menores distâncias. A significância será estimada por meio de um teste de permutação.

## Resultados esperados

Ampliar o conhecimento da qualidade dos recursos hídricos no Sul da Bahia. • Ampliar o conhecimento da biodiversidade aquática no Sul da Bahia. • Definir indicadores ecológicos para a Bacia hidrográfica do Rio Almada. • Ampliar o conhecimento sobre a integridade dos sistemas aquáticos, bem como seus impactos sobre o funcionamento dos ecossistemas fluviais da Mata Atlântica.

## Referências

- Agostinho A, Thomaz S, Gomes L (2004) Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. *Int J Ecohydrol Hydrobiol* 4:255–268
- Allan J (1976) Life history patterns in zooplankton. *Am Nat* 165–180
- Anderson MJ (2001a) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol* 26:32–46. doi: 10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x
- Anderson MJ (2001b) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol* 26:32–46. doi: 10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x
- Anderson MJ, Ellingsen KE, McArdle BH (2006) Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecol Lett* 9:683–93. doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00926.x
- Attayde J, Bozelli R (1998) Assessing the indicator properties of zooplankton assemblages to disturbance gradients by canonical correspondence analysis. *Can J Fish ...* 5:1789–1797
- Bergamin H., Reis BF., Zagatto EAG (1978) A new device for improving sensitivity and stabilization in flow injection analysis. *Anal Chim Acta* 97:427–431
- Bicudo CEDM, Menezes M (2006) Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)
- Billen G, Garnier J, Hanset P (1994) Modelling phytoplankton development in whole drainage networks: the RIVERSTRAHLER Model applied to the Seine river system. *Hydrobiologia* 289:119–137. doi: 10.1007/BF00007414
- Bonecker CC, Simões NR, Mente-Vera CV, et al (2013) Temporal changes in zooplankton species diversity in response to environmental changes in an alluvial valley. *Limnol - Ecol Manag Int Waters* 43:114–121. doi: 10.1016/j.limno.2012.07.007
- Bottrell HH, Duncan A, Gliwicz ZM, et al (1976) A review of some problems in zooplankton production studies. *Nor J Zool* 24:419–456
- Carmouze JP (1994) O Metabolismo dos Ecossistemas Aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. Edgard Blücher/FAPESP
- Chase JM, Kraft NJB, Smith KG, et al (2011) Using null models to disentangle variation in community dissimilarity from variation in  $\alpha$ -diversity. *Ecosphere* 2:art24. doi: 10.1890/ES10-00117.1
- Cingolani AM, Vaieretti MV, Gurvich DE, et al (2010) Predicting alpha, beta and gamma plant diversity from physiognomic and physical indicators as a tool for ecosystem monitoring. *Biol Conserv* 143:2570–2577. doi: 10.1016/j.biocon.2010.06.026
- Colwell RK, Coddington JA (1994) Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. *Philos Trans R Soc London Ser B Biol Sci* 345:101–118. doi: 10.1098/rstb.1994.0091
- Crossetti LO, Bicudo DC, Bicudo CEM, Bini LM (2008) Phytoplankton biodiversity changes in a shallow tropical reservoir during the hypertrophication process. *Braz J Biol* 68:1061–7
- Dodson S, Lillie R (2001) Zooplankton communities of restored depressional wetlands in Wisconsin, USA. *Wetlands* 21:292–300
- Dodson SI (1992) Predicting crustacean zooplankton species richness. *Limnol Oceanogr* 37:848–856
- Dodson SI, Newman AL, Will-Wolf S, et al (2009) The relationship between zooplankton community structure and lake characteristics in temperate lakes (Northern Wisconsin, USA). *J Plankton Res* 31:93–100. doi: 10.1093/plankt/fbn095
- Donadio NMM, Galbiatti JA, Paula RC de (2005) Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. *Eng. Agrícola* 25:115–125
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, et al (2006) Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation

challenges. *Biol Rev Camb Philos Soc* 81:163–182. doi: 10.1017/S1464793105006950

Elmoor-Loureiro L (1997) Manual de identificação de cladóceros Limnóticos do Brasil. Universa, Brasília

Esteves F de A (1998) Fundamentos de limnologia, 2nd edn. Interciência, Rio de Janeiro

Gaston KJ (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220–227. doi: 10.1038/35012228

Hoffmann MD, Dodson SI (2005) Land Use, Primary Productivity, and Lake Area As Descriptors of Zooplankton Diversity. *Ecology* 86:255–261. doi: 10.1890/03-0833

Hooper DU, Chapin III FS, Ewel JJ, et al (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecol Monogr* 75:3–35

Hutchinson GE (1976) A Treatise on Limnology. Volume II: Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton. John Wiley and Sons, Inc., New York

Koleff P, Gaston KJ, Lennon JJ (2003) Measuring beta diversity for presence-absence data. *J Anim Ecol* 72:367–382. doi: 10.1046/j.1365-2656.2003.00710.x

Koste W (1978) Rotatoria die Rädertiere Mitteleuropas begründet von Max Voight. Monogononta. Berlin: Gebrüder Borntraeger

Krebs CJ (1998) Ecological methodology, 2nd edn. Harper & Row New York, New York

Lampert W (1997) Zooplankton research: the contribution of limnology to general ecological paradigms. *Aquat Ecol* 31:19–27

Legendre P, Legendre L (1998) Numerical ecology. Elsevier Science Ltd

Legendre P, Oksanen J, ter Braak CJF (2011) Testing the significance of canonical axes in redundancy analysis. *Methods Ecol Evol* 2:269–277. doi: 10.1111/j.2041-210X.2010.00078.x

Lindeman RL (1942) The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology. *Ecology* 23:399–418. doi: 10.2307/1930126

Lindenmayer DB, Likens GE (2010) The science and application of ecological monitoring. *Biol Conserv* 143:1317–1328. doi: 10.1016/j.biocon.2010.02.013

Loreau M, Naeem S, Inchausti P, et al (2001) Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294:804–808. doi: 10.1126/science.1064088

Louette G, Meester L De, Declerck S a. J (2008) Assembly of zooplankton communities in newly created ponds. *Freshw Biol* 53:2309–2320. doi: 10.1111/j.1365-2427.2008.02052.x

Lund JWG, Kipling G, Le Creen ED (1958) The inverted microscope method of estimating algae numbers and the statistical basis of estimation by counting. *Hydrobiologia* 11:143–170

Mackereth FJH, Heron J, Talling JF (1978) Water analysis: some revised methods for limnologists. *Freshwater Biological Association Magazine*

Magurran AE (2003) Measuring biological diversity. Wiley-Blackwell

Magurran AE, Baillie SR, Buckland ST, et al (2010) Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. *Trends Ecol Evol* 25:574–582. doi: 10.1016/j.tree.2010.06.016

Margalef R (1983) *Limnologia*. Barcelona: Ediciones Omega

Matsumura-Tundisi T (1997) Composition and vertical distribution of zooplankton in lake Dom Helvécio. In: Tundisi JG, Saijo Y (eds) *Limnological Studies on the Rio Doce Valley Lakes Brazil*. Brazilian Academy of science, pp 265–274

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, et al (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858. doi: 10.1038/35002501

Padisák J (2004) Phytoplankton. In: O'Sullivan PE, Reynolds CS (eds) *The lakes handbooks*. Blackwell Science Ltd

Palmer ME, Keller WB, Yan ND (2013) Gauging recovery of zooplankton from historical acid and metal contamination: the influence of temporal changes in restoration targets. *J Appl Ecol* 50:107–118. doi: 10.1111/1365-2664.12007

Parson TR, Strickland JDH (1962) Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments, with revised equations of certain chlorophyll a and carotenoids. *J Mar Res* 21:155–162

Pinto-coelho R, Pinel-alloul B, Havens KE (2005) Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variation with trophic status. 361:348–361. doi: 10.1139/F04-178

Pires JSR, Santos JE, Del Prette ME (2002) A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: Schiavetti, A. Camargo AFM (ed) *Conceitos de Bacias Hidrográficas/ Teorias e aplicações*. Editora da UESC, Ilhéus

Popp A, Hoagland K (1996) Zooplankton community response to reservoir aging. *Hydrobiologia* 339:13–21

Primack RB, Rodrigues E (2001) *Biologia da Conservação*. Planta, Londrina

Rahel FJ (2002) Homogenization of Freshwater Faunas. *Annu Rev Ecol Syst* 33:291–315. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150429

Reid JW (1985) Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bol Zool* 9:17–143

Reynolds C (2006) *The ecology of phytoplankton*. Cambridge

University Press, New York, USA Ricklefs RE (2004) A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecol Lett* 7:1–15. doi: 10.1046/j.1461-0248.2003.00554.x

Rodrigues L, Train S, Bovo-Scomparin V, et al (2009) Interannual variability of phytoplankton in the main rivers of the Upper Paraná River floodplain, Brazil: influence of upstream reservoirs. *Brazilian J Biol* 69:501–516

Sax D, Gaines S (2003) Species diversity: from global decreases to local increases. *TRENDS Ecol Evol* 18:561–566

Silva VP (2002) Manual de análises limnológicas: métodos e técnicas. UFMT, Cuiabá

Simões N, Lansac-Tôha F, Velho L, Bonecker C (2012) Intra and inter-annual structure of zooplankton communities in floodplain lakes: a long-term ecological research study. *Rev Biol ...* 60:1819–1836

Simões NR, Nunes AH, Dias JD, et al (2015) Impact of reservoirs on zooplankton diversity and implications for the conservation of natural aquatic environments. *Hydrobiologia* 1–15. doi: 10.1007/s10750-015-2260-y

Sokal R, Rohlf F (2011) *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*, 4th edn. W.H. Freeman & Company, New York

Tabarelli M, Pinto LP, Silva JMC, et al (2005) Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade* 1:132–138. doi: 10.1590/S0102-05362005000400034

Tockner K, Ward J, Stanford JA, Schiemer F (2002) Riverine flood plains: present state and future trends. *Environ Conserv* 29:308–330

Utermöhl H (1958) Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Int Vereinigung für Theor und Angew Limnol* 9:1–38

Virro T, Haberman J, Haldna M, Blank K (2009) Diversity and structure of the winter rotifer assemblage in a shallow eutrophic northern temperate Lake Vörtsjärv. *Aquat Ecol* 43:755–764. doi: 10.1007/s10452-009-9276-1

Whittaker RH (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21:213–251