

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS
AMBIENTAIS

VALTER ALEXANDRE TIVIROLI

ANÁLISE INTERANUAL E SAZONAL DA QUALIDADE DA
ÁGUA NA BACIA DO RIO IVINHEMA, ESTADO DO MATO
GROSSO DO SUL, BRASIL.

Campo Grande - MS

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS
AMBIENTAIS

VALTER ALEXANDRE TIVIROLI

**ANÁLISE INTERANUAL E SAZONAL DA QUALIDADE DA
ÁGUA NA BACIA DO RIO IVINHEMA, ESTADO DO MATO
GROSSO DO SUL, BRASIL.**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Tecnologias de Controle da Poluição .

Orientador: Prof. Dr. Kennedy Francis Roche.

Campo Grande - MS

2013

**Interannual and Seasonal analysis of Water Quality in the Ivinhema
River, state of Mato Grosso do Sul, Brazil**

**Análise Interanual e Sazonal da Qualidade da Água na Bacia do Rio
Ivinhema, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil**

**Valter Alexandre Tiviroli¹
Kennedy Francis Roche²**

¹ Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS
Cidade Universitária, s/n, CEP: 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: vt8bass@gmail.com

² Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS
Cidade Universitária, s/n, CEP: 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: kennedy.roche@ufms.br

ABSTRACT

Abstract: Aim: The aim of this study is to determine the behavior of water quality in the Basin of the River Ivinhema with regard to spatial, seasonal and interannual patterns, identifying possible critical periods and points. **Methods:** The data of water quality of 27 sampling points, obtained from the National Information System on Water Resources, were segregated by sampling station, by year and dry and wet seasons. These data were analysed using linear regression, the Wilcoxon T-test, construction of graphs and Principal Component Analysis (PCA). **Results:** Total phosphate showed a tendency to increase in nearly all points with significant increases for 8 points. The points in urban areas suffered greater degradation of their quality, as opposed to a point that had an improvement of quality due to the deactivation of a nearby industry. During periods of flooding significant increases in turbidity and COD, and a significant reduction in dissolved oxygen were found. The other parameters were similar in times of flood and drought. The Principal Component Analysis (PCA) showed that phosphate and nitrogen were correlate explaining most often much of the total variance. **Conclusions:** The Ivinhema River Basin is influenced by anthropogenic impacts with variability in water quality between points, years and seasons, with elevated concentrations of nutrients and organic and inorganic matter being found.

Keywords: neotropical basin, seasonality, water quality parameters, temporal evolution.

RESUMO

Resumo: Objetivo: Este trabalho vem para determinar o comportamento da qualidade da água na Bacia do Rio Ivinhema. Auxiliará também no reconhecimento de quais períodos do ano e em quais anos a qualidade da água da bacia esteve ou poderá ser crítica. **Métodos:** Os dados de qualidade de água dos 27 pontos de amostragem, obtidos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, foram segregados por estação de amostragem; por ano e ainda em períodos de cheia e de estiagem. A partir desses dados foram realizados o teste de regressão linear, o teste de Wilcoxon – teste T, construção gráfica e Análise de Componentes Principais (PCA). **Resultados:** Os valores de fósforo total mostraram tendência de aumento em quase todos os pontos. Os pontos situados em áreas urbanas sofreram maior degradação de sua qualidade; em contraposição de um ponto que teve uma melhora de qualidade devido à desativação de uma indústria próxima. Nos períodos de cheia foram registrados aumentos significativos nos parâmetros turbidez e DQO, além da redução de Oxigênio Dissolvido. Os demais parâmetros se mostraram estáveis nas épocas de cheia e de estiagem. A Análise de Componentes Principais (PCA) mostrou que os parâmetros fósforo e nitrogênio se correlacionam expressivamente, explicando na maioria das vezes a maior parte da variância total dos dados. **Conclusões:** A Bacia do Rio Ivinhema sofre influência dos impactos antropogênicos; existe variabilidade da qualidade da água durante o ano; a ampliação da rede de monitoramento, a maior frequência de monitoramento da qualidade das águas, a identificação e mitigação das fontes poluidoras são aspectos que devem ser considerados para um controle mais eficiente da qualidade da água na bacia.

Palavras-chave: bacia neotropical, sazonalidade, parâmetros de qualidade de água, evolução temporal.

78 INTRODUÇÃO

79 As águas de muitos cursos hídricos, antes consideradas inalteradas, chegaram a um
80 limite de resiliência, em que não poderão se recompor de forma natural. Muitas fontes naturais
81 de água se exauriram pelo mau uso e manejo incorreto destes recursos (WWF, 2006).

82 A poluição aquática é um problema crescente e suas formas principais se dão através da
83 descarga de matéria orgânica, enriquecimento com nutrientes (eutrofização), acumulação de
84 materiais tóxicos, acumulação de sedimentos e acidificação (Abel 1989).

85 A qualidade da água em córregos adjacentes, de jusante ou de montante de um ponto, de
86 um mesmo córrego normalmente apresentam tendências similares. A maioria dos estudos
87 ignoravam o viés potencial de dependência espacial ou apenas utilizavam um número limitado
88 de sub-bacias hidrográficas que compõe alguma área de estudo, por meio da remoção de
89 quaisquer locais circunvizinhos contribuintes de um mesmo rio (Chang, 2008).

90 A crescente urbanização junto com o desenvolvimento das atividades agrícolas e o
91 lançamento de efluentes têm acelerado o processo natural de eutrofização, encurtando a vida útil
92 dos vários corpos d'água receptores (Andreoli & Carneiro 2005).

93 O mau uso do solo, o uso de fertilizantes na lavoura e a falta de tratamento de efluentes,
94 promovem conseqüentemente alterações nas características físicas e químicas da água,
95 assoreamento do leito dos rios e efeitos diretos e indiretos na biota aquática. A análise de
96 parâmetros de qualidade de água ajuda a mostrar como os cursos d'água se comportam em
97 frente a essas pressões (Braga et al., 2005).

98 Uma forte pressão antrópica vem, nas últimas décadas, ocasionado potenciais e efetivos
99 impactos ambientais nos ecossistemas da sub-bacia do rio Ivinhema, em especial sobre
100 processos e fatores que influenciam na qualidade das águas. A destruição da cobertura vegetal, a
101 utilização massiva de agrotóxicos, a ausência de práticas de conservação do solo, os efluentes
102 domésticos e industriais são algumas das causas de impactos sobre a disponibilidade e qualidade
103 dos recursos hídricos (Mato Grosso do Sul, 2006).

104 Este trabalho vem para determinar o comportamento interanual, sazonal e espacial da
105 qualidade da água nesta bacia neotropical. Auxiliará também no reconhecimento de quais

períodos do ano e em quais anos a qualidade da água da bacia esteve crítica, bem como identificar as principais formas de poluição impactando as águas, e suas tendências para o futuro.

METODOLOGIA

A bacia do rio Ivinhema está localizada na porção centro-sul do Estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo uma área de aproximadamente 44967 km². Situa-se na porção sul da bacia do rio Paraná, entre os paralelos 21°00'00" e 23°00'00" e 53°30'00" e 56°00'00" (Figura 1). É formada por quatro rios principais, sendo eles o rio Dourados, Vacaria, Brilhante e Ivinhema (Mato Grosso do Sul, 2006).

A primeira etapa do trabalho consistiu na obtenção e reunião dos dados. Foram utilizados os dados do Diagnóstico Hidroambiental e Socioeconômico da Bacia do Rio Ivinhema publicados pela SEMAC/IMASUL, obtidos a partir de *downloads* disponíveis na plataforma *hidroweb*, da Agência Nacional de Águas - ANA para o período de 2000 a 2008. Esse sítio faz parte do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, prerrogativa da Política Nacional de Recursos Hídricos. São informações obtidas ao longo dos 27 pontos de amostragem da bacia, cada um com sua codificação específica, distribuídos entre seus principais rios. A descrição dos pontos está detalhada na Tabela1 em conjunto com a Figura 1.

Os dados foram segregados por estação de amostragem, por ano em cada estação e ainda em períodos de cheia (meses de outubro a março) e de estiagem (meses de abril a setembro) a fim de se estabelecerem as análises sazonais.

Para a análise interanual foram construídos gráficos com os valores de pH, OD, DBO, DQO, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez, sendo que para esses mesmos dados se realizou o processo de Regressão Linear Simples (nível de decisão $\alpha=0,05$), para testar aumentos ou decréscimos significativos com o tempo.

Na análise sazonal foram utilizados apenas DBO, DQO, fósforo total, nitrogênio total, OD e turbidez, pois esses dados estavam mais completos e por se tratarem de parâmetros importantes na composição da qualidade de água, sendo que para esses dados foi utilizado o

teste de Wilcoxon – teste T – com nível de decisão $\alpha = 0,01$, para dados não-paramétricos relacionados para se detectar diferenças significativas nos valores médios entre os períodos de cheia e seca. Tanto para a regressão linear quanto para o teste de Wilcoxon foi utilizado o programa *BioEstat 5.0* (Ayres, 2007).

Para a Análise de Componentes Principais (PCA) buscou-se relacionar os 27 pontos de amostragem com os valores médios totais dos parâmetros pH, DBO, DQO, OD, sólidos fixos, turbidez, fosfato total e nitrogênio total nos períodos úmidos e de estiagem. Em seguida três pontos foram submetidos à PCA: AB01, AB03 e DR04. Esses pontos foram escolhidos devido às suas localizações, sendo que o primeiro está na nascente córrego Água Boa, o segundo está na jusante de um frigorífico de aves e o terceiro se localiza na captação de água da Sanesul no rio Dourados. Para esses três pontos procurou-se relacionar os valores médios anuais dos parâmetros pH, DBO, DQO, OD, sólidos fixos, turbidez, fosfato total e nitrogênio com os anos em que se realizaram as amostragens. Para as análises da PCA os dados sofreram uma transformação logarítmica, a exceção dos dados de pH, para normalizá-los. O principal objetivo desse tratamento estatístico é indicar quais parâmetros possuem maior “influência” na variância total dos dados e detectar possíveis relações entre parâmetros e pontos e parâmetros e anos. Para a realização do PCA foi utilizado o programa *PAST version 1.89* (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises das mudanças interanuais para pH, OD, DQO, DBO, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fosfato total, sólidos totais e turbidez, através das regressões lineares simples não se apresentam estatisticamente significativos para a maioria dos pontos (excetuando-se os pontos AB01 e AB03, que por este motivo são analisados com mais detalhes adiante) e para a maioria dos parâmetros. Porém, analisando-se a variação temporal do fosfato total, verifica-se uma tendência crescente em sua concentração ao longo dos anos em boa parte dos pontos de amostragem (Figura 2), alcançando estados eutróficos e hipereutróficos para maioria das coletas no período (Von Sperling, 2005).

Estes resultados demonstram que há um considerável aumento na concentração de fosfato em vários pontos da bacia, porém, através dos valores de R_2 ajustado, a maior parte da variável dependente não é explicada pela variável preditiva, devendo este crescimento se dar de outra forma (não-linear). Cunha et al. (2010) também encontrou valores elevados de fósforo no rio Jacupiranguinha, Estado de São Paulo, que sofre com despejos industriais.

A evolução dos valores de concentração de fosfato total pode ser explicada por um crescimento populacional nos pontos localizados junto a cidades sem sistemas adequados de tratamento de esgotos, que é uma das principais fontes artificiais deste parâmetro (Jordão & Pessôa, 1995). Caso das amostragens realizadas ao longo do córrego Água Boa que está inserido em boa parte dentro do perímetro urbano da cidade de Dourados, que passou de 165.000 habitantes nos anos 2000 para cerca de 196.000 habitantes em 2010 (<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>). Outro fator importante é que as águas da bacia são utilizadas, principalmente para irrigação, abastecimento humano, dessedentação de animais e recepção de efluentes sanitários, industriais (frigoríficos e outras agroindústrias) e lixiviados de fertilizantes (Mato Grosso do Sul, 2006).

Em linhas gerais, pode-se afirmar que a maior parte dos rios da bacia do rio Ivinhema apresentava ainda um bom perfil de qualidade, podendo ser explicado pelas condições hidrológicas favoráveis à autodepuração e diluição, com precipitação média anual variando entre 1400 milímetros a 1700 milímetros (Mato Grosso do Sul, 2006).

Os pontos de amostragem AB01 e AB03, mencionados anteriormente, tiveram um comportamento diferenciado em relação aos demais. O AB01 está localizado na nascente do córrego Água Boa, dentro de uma área urbanizada, e demonstrou uma degradação significativa da qualidade da água (Figura 3), possivelmente por efeito do despejo de esgoto doméstico, iniciado no fim de 2006. Ternus et al. (2011) concluiu em seu estudo sobre a limnologia da Bacia do Alto Uruguai, Estado de Santa Catarina, que os rios mais alterados em suas características naturais, naquela bacia, foram os que recebiam influência de regiões urbanas.

Na Figura 4 têm-se as duas primeiras componentes principais para o ponto AB01. A primeira componente principal explica a maior parte da variância dos dados – cerca de 80,95% -

estando positivamente relacionada com a maior parte dos parâmetros (DBO, DQO, turbidez, pH, nitrogênio total e fosfato total), exceto oxigênio dissolvido, possuindo maiores valores nos anos de 2007 e 2008. A segunda componente explica 13,74% da variância dos dados, estando positivamente relacionada ao oxigênio dissolvido.

Já o ponto AB03 (Figuras 5 e 6), identificado por se localizar a jusante de um frigorífico de aves, demonstrou uma melhora na qualidade da água. Talvez isso se deva ao fato de o abatedouro ter suspenso as atividades ao final do ano de 2006 nessa unidade (http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticias/avipal-demite-mais-de-350-e-paralisa-abate-de-frangos/20060411082306_18868) e que possivelmente lançava seus efluentes no córrego Água Boa sem tratamento adequado. O gráfico biplot (Figura 6) traz a primeira componente principal explicando 78,28% da variância total dos dados, estando negativamente relacionada com os parâmetros DBO, nitrogênio total, DQO e fosfato total, com maiores valores em 2004, 2005 e 2006. A segunda componente explica 13,93% da variância total, estando positivamente relacionada a turbidez, com maiores valores em 2005 e 2007, e negativamente relacionada com OD e sólidos fixos, com maiores valores em 2008.

As Figuras 7 e 8 apresentam o gráfico biplot das componentes principais e a evolução temporal dos parâmetros, respectivamente, para o ponto de amostragem na captação de água no rio Dourados, na cidade de Dourados (ponto DR04). A evolução temporal não demonstrou diferenças significativas dos parâmetros, a não ser um leve aumento do fosfato total, demonstrando a tendência geral da bacia. Na Figura 7, a primeira componente principal explica 45,51% da variância dos dados. Essa componente está positivamente ligada principalmente aos parâmetros nitrogênio total e DBO, os quais ocorrem com maiores valores no ano de 2007; e negativamente ligada à turbidez, a DQO e aos sólidos fixos com maiores valores em 2006 e 2005. A segunda componente principal explica 27,39% da variância total dos dados, sendo positivamente ligada aos parâmetros pH e oxigênio dissolvido, com maiores valores em 2004 e 2002, e negativamente relacionada ao fosfato total, com maior valor em 2008.

Nota-se que os parâmetros sólidos fixos e turbidez se correlacionam. Esses ainda influenciam significativamente a primeira componente, dado que se explica pela ação de

carreamento de sólidos para os cursos d'água da bacia do rio Dourados, tendo em vista a característica natural do próprio rio Dourados de possuir águas turvas (Mato Grosso do Sul, 2006).

Na Figura 9 estão apresentadas as comparações sazonais para os parâmetros OD, fosfato total, nitrogênio total, turbidez, DBO e DQO. Realizando-se o teste de Wilcoxon – teste T procurou-se mostrar quais parâmetros possuem uma diferença significativa nos períodos úmidos e de seca nos pontos analisados. Para DQO ($p\text{-valor}_{(bilateral)} = 0,0002$), OD ($p\text{-valor}_{(bilateral)} < 0,0001$) e turbidez ($p\text{-valor}_{(bilateral)} = 0,0008$) houve diferenças significativas nestes valores nas diferentes épocas. Porém DBO ($p\text{-valor}_{(bilateral)} = 0,4860$), nitrogênio total ($p\text{-valor}_{(bilateral)} = 0,7731$) e fosfato total ($p\text{-valor}_{(bilateral)} = 0,5806$) não mostraram diferença em seus valores.

Interessante é observar que enquanto há diferença nos valores de DQO (maiores níveis em períodos de cheia), tanto graficamente quanto através do teste de Wilcoxon, os valores de DBO não apresentam tal diferenciação entre períodos de chuvas e de estiagem. Isso indica que o aporte de efluentes industriais pode estar, de certa maneira, interferindo na qualidade da água da bacia (Von Spearling, 2005).

O aumento da turbidez nos períodos úmidos está ligado ao fato de que as águas das chuvas, durante o escoamento superficial, desprendem partículas do solo e as transportem até o corpo receptor, acumulando sólidos nesse, bloqueando a passagem de luz. Regiões com predominância de uso agropecuário são mais sensíveis a esse fenômeno, como ocorre com a bacia do rio Dourados, sub-bacia do rio Ivinhema (Gonçalves et al., 2010). Ações como a preservação das matas ciliares são relevantes para reduzir o aporte de sólidos nos corpos d'água, além de minimizar a pressão sobre as margens dos rios (WWF, 2006).

Acompanhando os resultados de aumento da turbidez e da DQO no período chuvoso está o decaimento dos valores de OD. Uma turbidez elevada impede a penetração de luz solar no corpo d'água, dificultando os processos de fotossíntese (redução da biomassa fitoplantônica) e consequentemente de produção de oxigênio (Esteves, 1998).

Esperava-se que houvesse uma diferenciação do fosfato total e nitrogênio total nesta análise de sazonalidade, pois geralmente suas concentrações estão relacionadas à quantidade

destes componentes que é levada pelas chuvas para o curso d'água (Barbosa *et al.*, 2004), porém isto não ocorreu.

A Figura 10 traz as duas primeiras componentes principais para o período de cheia nos 27 pontos de amostragem ao longo da bacia. A primeira componente, que explica 47,74% da variância total dos dados, está positivamente relacionada, principalmente, ao nitrogênio total, ao fósforo total, a DBO e a DQO, possuindo valores mais elevados em AB02, AB03, AB01, AB04 e VA01. Está, essa mesma componente, negativamente relacionada ao oxigênio dissolvido, possuindo maiores valores para este em BL01, DR01 e em SA01. A segunda componente explica 24,22% da variância total dos dados, estando negativamente relacionada com pH, turbidez e sólidos fixos, com maiores valores em VA02.

A Figura 11 mostra as duas primeiras componentes principais para o período de estiagem nos pontos de amostragem, não se distanciando muito dos resultados encontrados para o período de cheia (Figura 10). A primeira componente principal explica 61,48% da variância total dos dados, estando positivamente relacionada ao fósforo total, ao nitrogênio total, à DBO, à DQO e aos sólidos fixos, possuindo esses maiores valores em AB01, AB02 e AB03; essa componente se relaciona negativamente com o oxigênio dissolvido, com maiores valores em DR01 e DR02. Já a segunda componente explica apenas 18,34% da variância dos dados, estando negativamente ligada aos parâmetros pH e turbidez, com maiores valores VA03 e VA02.

Nota-se ainda, tanto no período de seca quanto no de cheia, que os parâmetros sólidos fixos e turbidez se correlacionam significativamente, o que mostra certa interdependência já esperada entre eles. Fica clara, também, a relação de opositividade do oxigênio dissolvido com a DBO, pois geralmente quando há uma elevação da DBO ocorre um decréscimo da disponibilidade de oxigênio (Von Sperling, 2005).

Os parâmetros fósforo total e nitrogênio total se correlacionam expressivamente, principalmente nos casos das Figuras 4, 6, 7, 10 e 11, com uma das duas primeiras componentes principais. Isso pode se dar ao fato da bacia do rio Ivinhema possuir grande número de indústrias, como frigoríficos e outras agroindústrias, e também pela influência urbana nos

pontos de amostragem, por despejo de efluentes domésticos, ou por uso de fertilizantes no solo a montante dos pontos (Mato Grosso do Sul, 2006). A maioria dos municípios incluídos na bacia não possuía sistema de coleta e tratamento de esgotos adequado (Mato Grosso do Sul, 2006).

Além das informações já apresentadas, os gráficos da Figura 9 revelam que o “estado” de qualidade de água nos rios da bacia do rio Ivinhema são bem diferenciados. Nitidamente a qualidade da água nos pontos situados ao longo do córrego Água Boa se mostra preocupante, com elevados níveis de nutrientes e de material orgânico e baixo oxigênio dissolvido. Essa baixa qualidade é provavelmente advinda do lançamento de esgoto doméstico em suas águas, pois boa parte de seu curso se encontra em área urbana (Mato Grosso do Sul, 2006).

Outro aspecto interessante são os elevados níveis de nutrientes em dois pontos do córrego Baile (BL02 e BL03). Fato possivelmente ligado à proximidade desses pontos com um frigorífico e com um curtume que poderiam estar lançando efluentes sem o devido tratamento (Li *et al.*, 2008).

Em uma análise com relação à classificação desses corpos d’água segundo a resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005) alguns pontos se mostram fora dos valores admitidos para sua classe. Pode-se citar os pontos localizados no córrego Água Boa, classificados como classe 2 ou até mesmo classe especial na nascente (Mato Grosso do Sul, 2006) com valores de OD inferiores ao mínimo referido na norma ($>5,0 \text{ mgL}^{-1}$, para corpos classificados como classe 2).

A bacia do rio Ivinhema se encontra em uma região onde a atividade agropecuária é intensa e é significativa sua participação demográfica em relação ao Estado de Mato Grosso do Sul. Assim sendo, é forte a pressão antrópica dessa região sobre os ecossistemas e em especial sobre os fatores e processos que interferem na qualidade das águas.

A ampliação da rede de monitoramento, a maior frequência de monitoramento da qualidade das águas, a identificação e mitigação das fontes poluidoras são aspectos que devem ser considerados para um controle mais eficiente da qualidade da água na bacia.

REFERÊNCIAS

- ABEL, P.B. *Water Pollution Biology*. 1989. Chichester: John Wiley & Sons.
- ANDREOLI, C.V. AND CARNEIRO, C. 2005. *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. Curitiba: Sanepar-Finep.
- AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. AND SANTOS, A.A. 2007. *Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. Ong Mamiraua. Belém, PA.
- BARBOSA, D., BARRETO, R.R., MÁRMORA, M.M., FRANÇO, L., BARROS, L.F., CALHEIROS, D.F. AND OLIVEIRA, M.D. 2004. Sazonalidade de variáveis limnológicas do rio Paraguai, Corumbá – MS. IV *Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal*. EMBRAPA – PANTANAL.
- BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G. L., MIERZWA, J. C., BARROS, M. T. L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N. AND EIGER, S. 2005. *Introdução à Engenharia Ambiental*. São Paulo: Pearson. Prentice Hall, 318p.
- BRASIL. Resolução CONAMA 357. 2005. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. *Ministério do Meio Ambiente*.
- CHANG, H. 2008. Spatial analysis of water quality trends in the Han River basin, South Korea. *Water Research*, v. 42, n. 13, p. 3285-3304.
- CUNHA, D. G. F., BOTTINO, F. AND CALIJURI, M. do C. 2010. Land use influence on eutrophication-related water variables: case study of tropical rivers with different degrees of anthropogenic interference. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 22, no. 1, p. 35-45.
- ESTEVEZ, F. A. 1988. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência.
- GONÇALVES, G. G., DANIEL, O., COMUNELLO, E., ARAI, F. K. AND VITORINO, A. C. T. 2010. Evolução do Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Dourados-MS, Brasil. *Caminhos de Geografia*, v. 11, n. 36, p. 366 – 374.
- JORDÃO, E. P. E PESSÔA, C. A. 1995. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932p.
- LI, J., HEALY, M. G., ZHAN, X., NORTON, D. AND RODGERS, M. 2008. Effect of Aeration Rate on Nutrient Removal from Slaughterhouse Wastewater in Intermittently Aerated Sequencing Batch Reactors. *Water, Air, & Soil Pollution*. v. 192, n. 1-4, p. 251-261.
- MATO GROSSO DO SUL. 2006. *Bacia do Rio Ivinhema - Diagnóstico Hidroambiental e Socioeconômico 2004-2005*. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Instituto de Meio Ambiente Pantanal. 106 p.
- PAST. *Palaeontological Statistics*, ver. 1.89. 2009. Øyvind Hammer, D.A.T. Harper and P.D. Ryan.
- TERNUS, R. Z., FRANCO, G. M. de S., ANSELMINI, M. E. K., MOCELLIN, D. J. C. AND MAGRO J. D. 2011. Influence of urbanisation on water quality in the basin of the upper Uruguay River in western Santa Catarina, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 23, no. 2, p. 189-199.
- VON SPERLING, M. 2005. *Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos*. v. 1, Belo Horizonte: DESA-UFGM.

- 356
357 WORLD WILDLIFE FUND (WWF). 2006. *Análise dos impactos ambientais da atividade*
358 *agropecuária no cerrado e suas inter-relações com os recursos hídricos na região do Pantanal*.
359 Disponível em: <http://www.wwf.org.br/informacoes/biblioteca/?3000>.

TABELA

Tabela 1: Pontos de amostragem utilizados – bacia do rio Ivinhema.

<i>Ponto de Amostragem</i>	<i>Localização – Descrição</i>	<i>Número Ponto</i>
00MS13DR2364	Próximo a nascente, colônia militar (rio Dourados).	DR01
00MS13DR2252	Montante da foz rio São João (rio Dourados).	DR02
00MS13DR2250	Jusante da foz rio São João (rio Dourados).	DR03
00MS13DR2153	Captação SANESUL Dourados (rio Dourados).	DR04
00MS13DR2150	Jusante foz córrego Água Boa (rio Dourados).	DR05
00MS13DR2106	Montante cidade Fátima do Sul (rio Dourados).	DR06
00MS13DR2102	Jusante cidade Fátima do Sul (rio Dourados).	DR07
00MS13DR2000	Na foz (rio Dourados)	DR08
00MS13SJ2000	Na foz (rio São João)	SJ01
00MS13AB0021	Na nascente (córrego Água Boa).	AB01
00MS13AB2020	Montante Avipal (córrego Água Boa).	AB02
00MS13AB2019	Jusante Avipal (córrego Água Boa).	AB03
00MS13AB2000	Na foz (córrego Água Boa).	AB04
00MS13SM2000	Na foz (rio Santa Maria).	SM01
00MS13SA2018	Ponte da estrada que liga usina MR a Maracaju (rio Santo Antônio).	SA01
00MS13VA2234	Jusante foz córrego Brejão (rio Vacaria).	VA01
00MS13VA2167	Montante foz rio Serrote (rio Vacaria).	VA02
00MS13VA2143	Jusante foz córrego Passatempo (rio Vacaria).	VA03
00MS13BR2267	Ponte MS 162 – Sidrolândia a Maracaju (rio Brilhante).	BR01
00MS13BR2128	Jusante foz córrego Sardinha (rio Brilhante).	BR02
00MS13BR2080	Jusante foz córrego Laranja (rio Brilhante).	BR03
00MS13IV2237	Confluência rios Vacaria e Brilhante (rio Ivinhema).	IV01
00MS13IV2142	Ponte BR 376 – Ivinhema a Nova Andradina (rio Ivinhema).	IV02
00MS13IV2000	Na foz (rio Ivinhema).	IV03
00MS13BL2052	Montante frigorífico (córrego Baile).	BL01
00MS13BL2051	Jusante frigorífico e montante do curtume (córrego Baile).	BL02
00MS13BL2050	Jusante curtume (córrego Baile).	BL03

FIGURAS

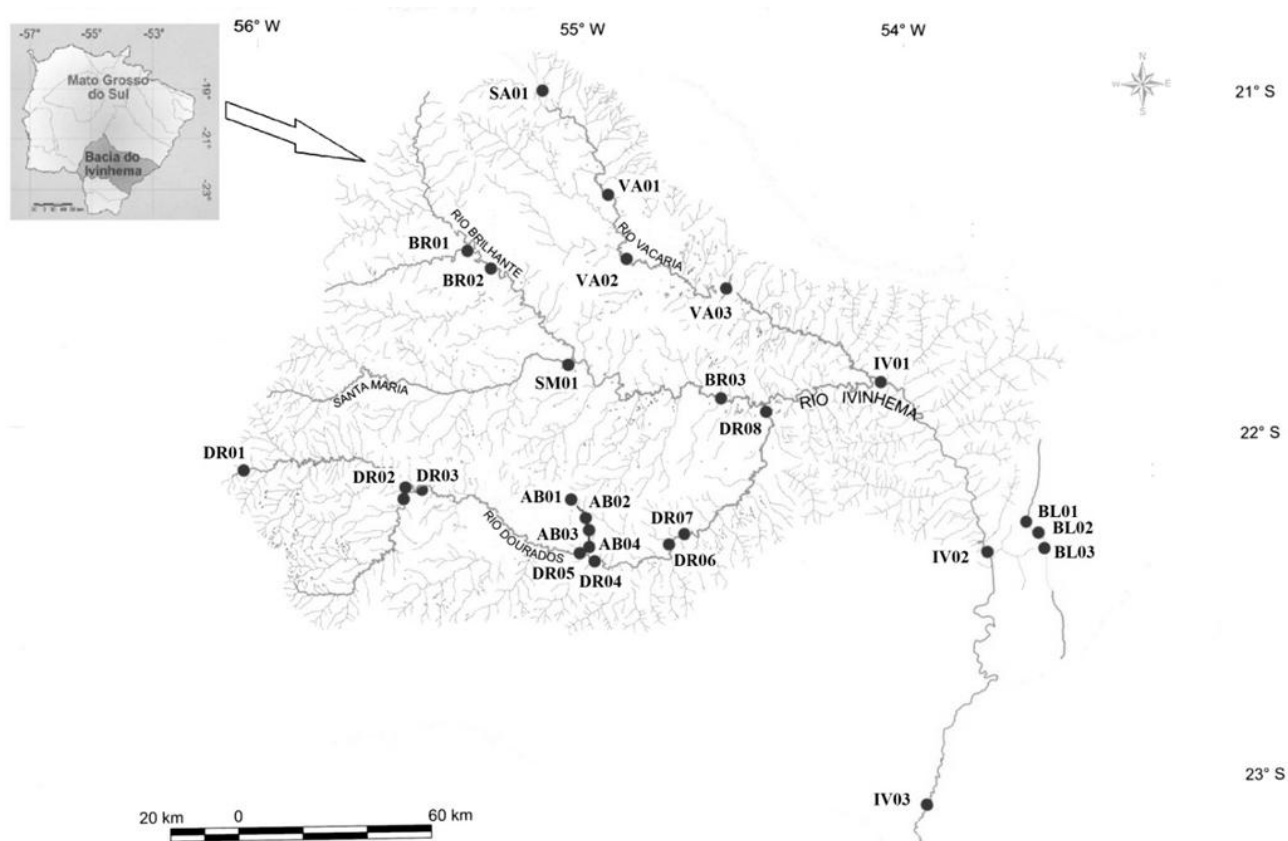
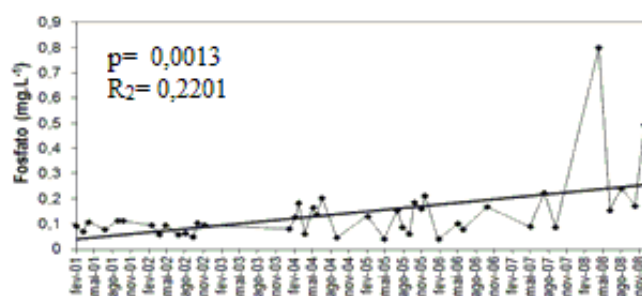
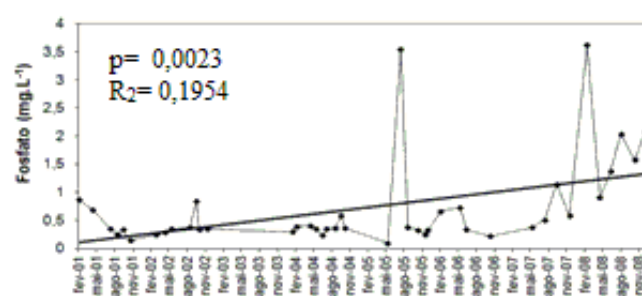


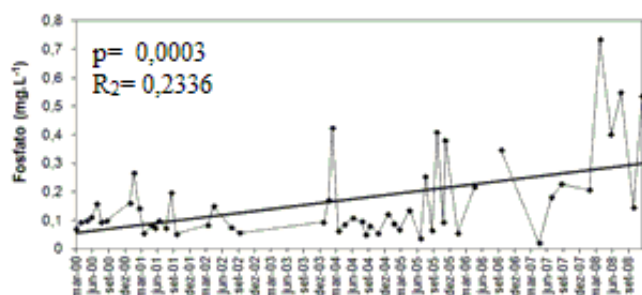
Figura 1 – Localização da bacia do rio Ivinhema e pontos de amostragem. Adaptado de Mato Grosso do Sul, 2006.



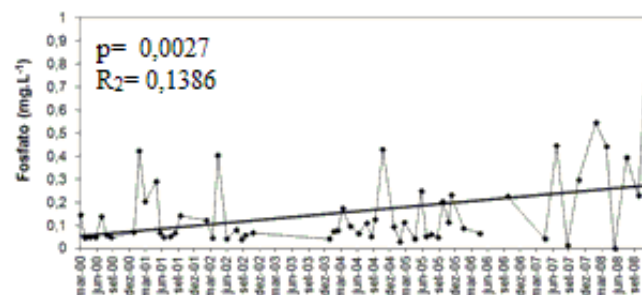
(a) IV01



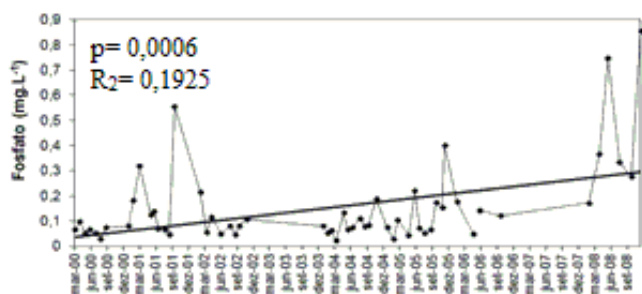
(b) VA01



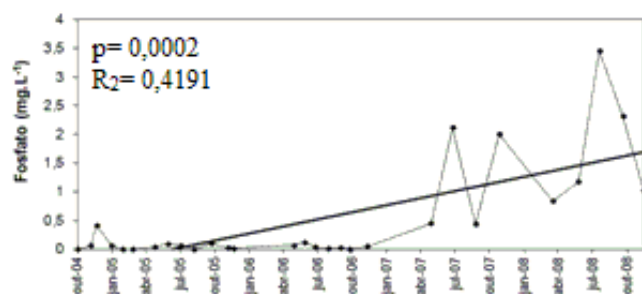
(c) DR06



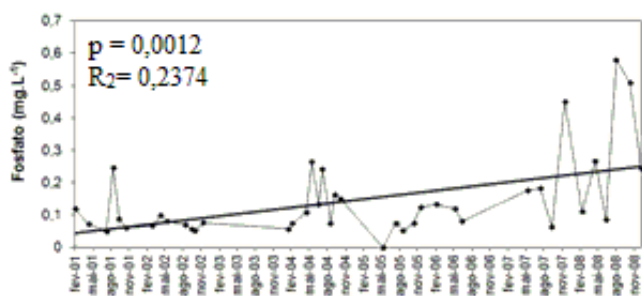
(d) DR02



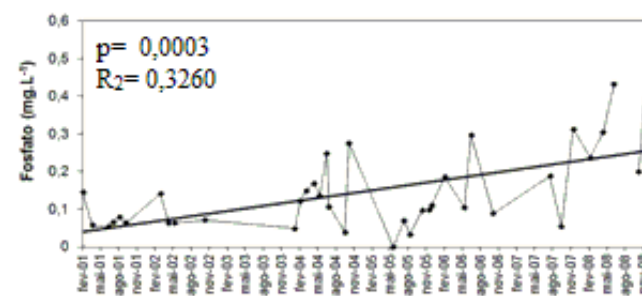
(e) SJ01



(f) AB01



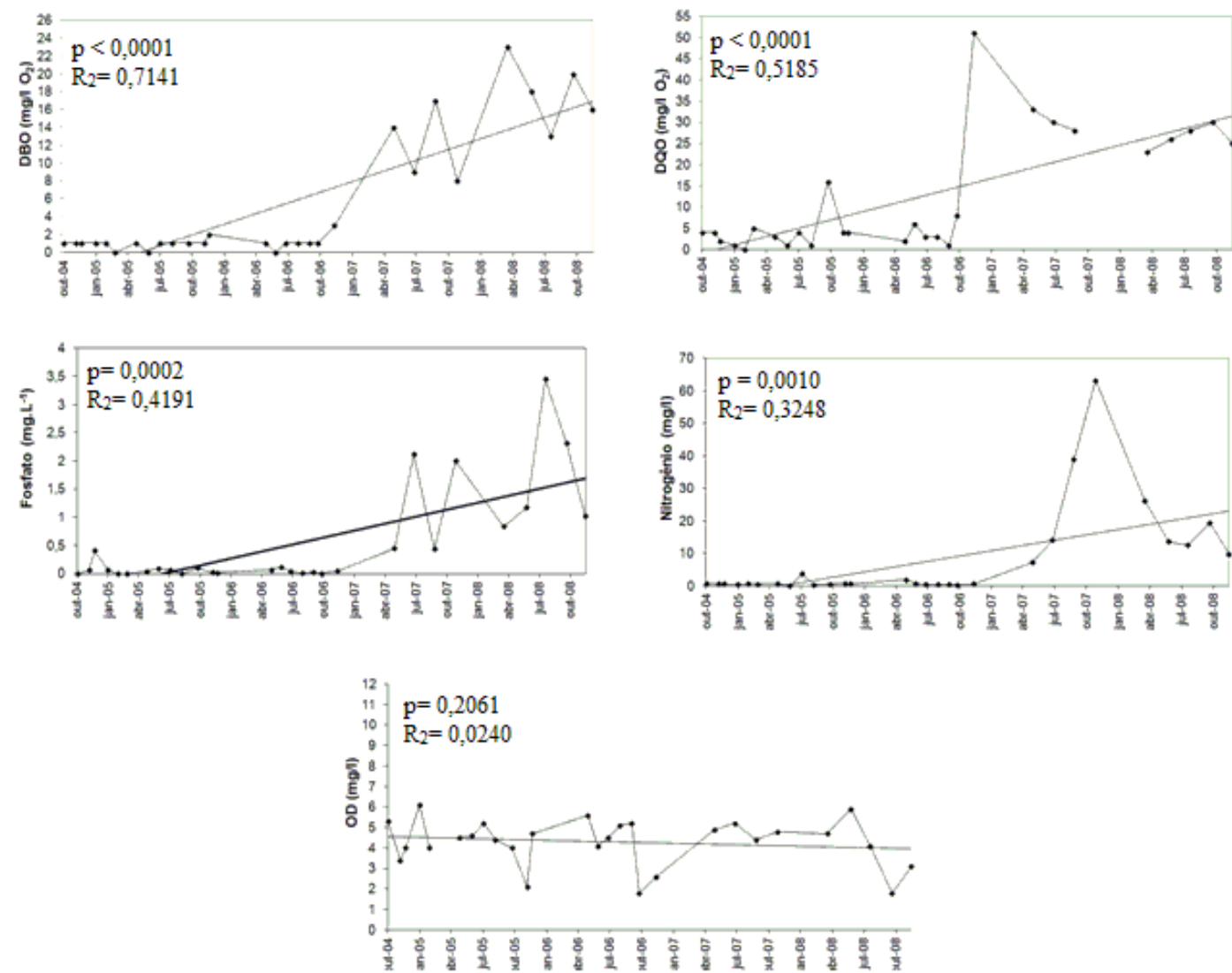
(g) SA01



(h) BR01

Figura 2: Variação temporal do fósforo total nos pontos de amostragem.

373



374

375

Figura 3: Evolução temporal dos parâmetros no ponto situado na nascente do córrego Água Boa – AB01.

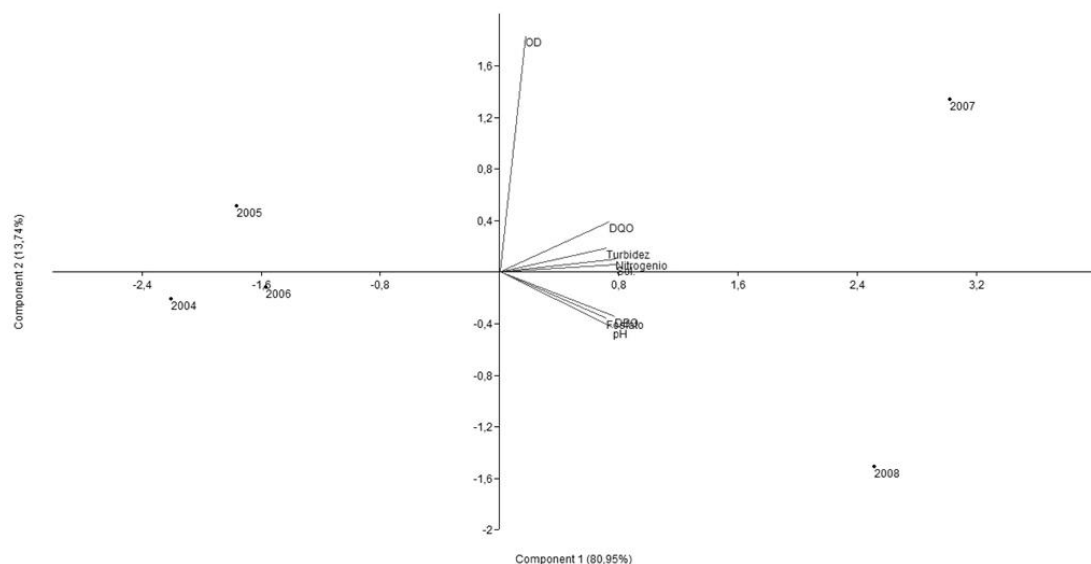


Figura 4: gráfico biplot para as duas primeiras componentes principais na nascente do córrego Água Boa – AB01.

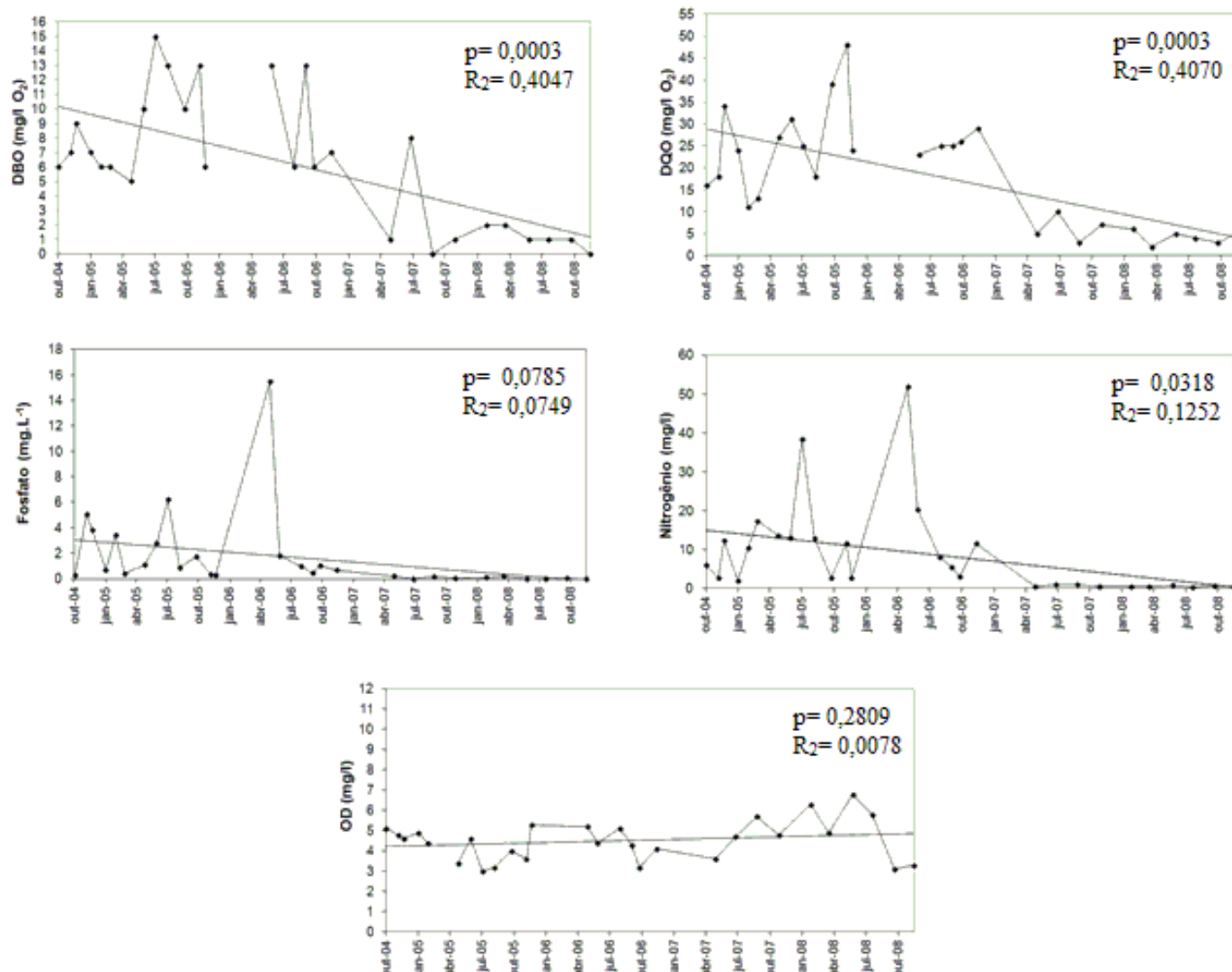


Figura 5: Evolução temporal dos parâmetros no ponto situado a jusante do frigorífico de aves (AVIPAL) – AB03.

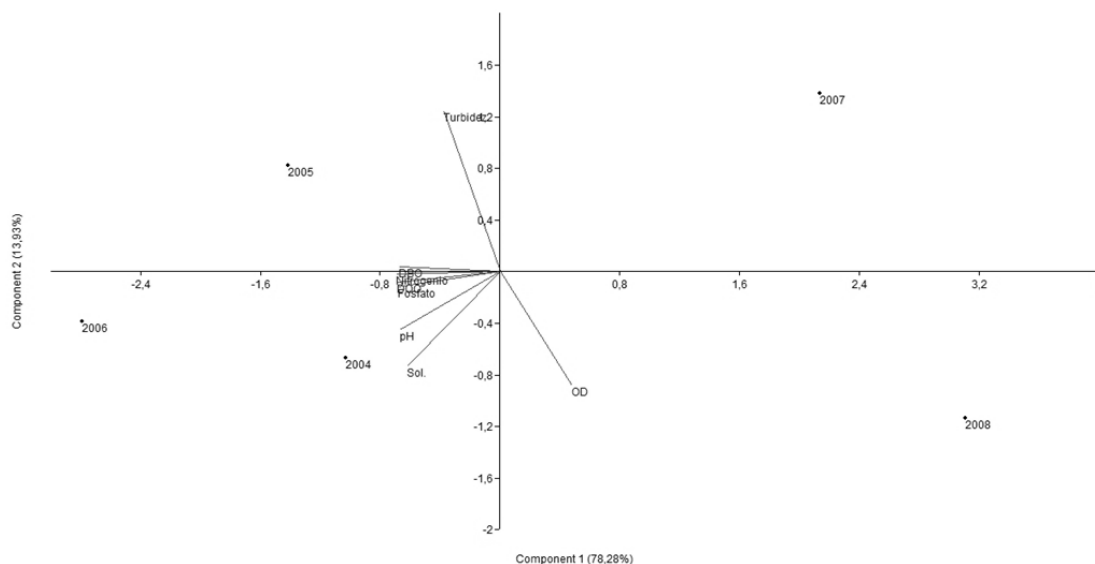


Figura 6: gráfico biplot para as duas primeiras componentes principais no ponto situado a jusante do frigorífico de aves (AVIPAL) – AB03.

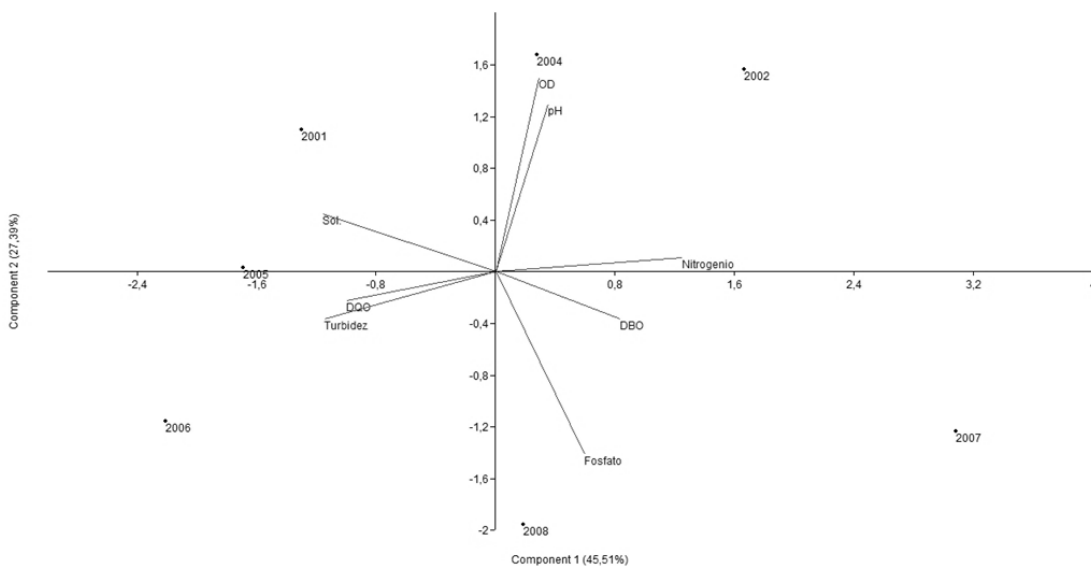
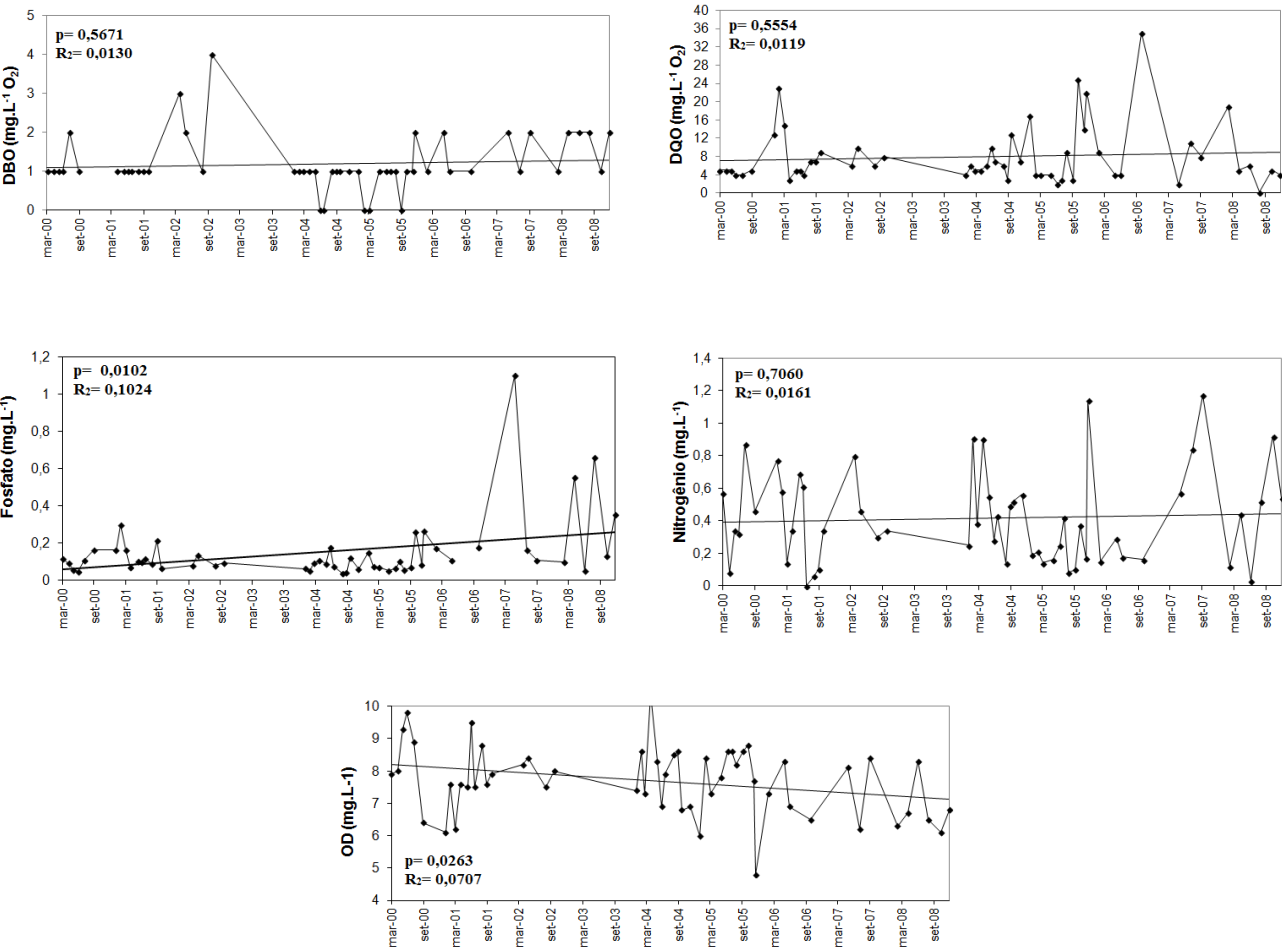


Figura 7: gráfico biplot para as duas primeiras componentes principais no ponto de amostragem na captação da SANESUL em Dourados – DR04.

388



389

390

Figura 8: Evolução temporal dos parâmetros no ponto de amostragem na captação da SANESUL em Dourados – DR04.

391

392
393
394
395

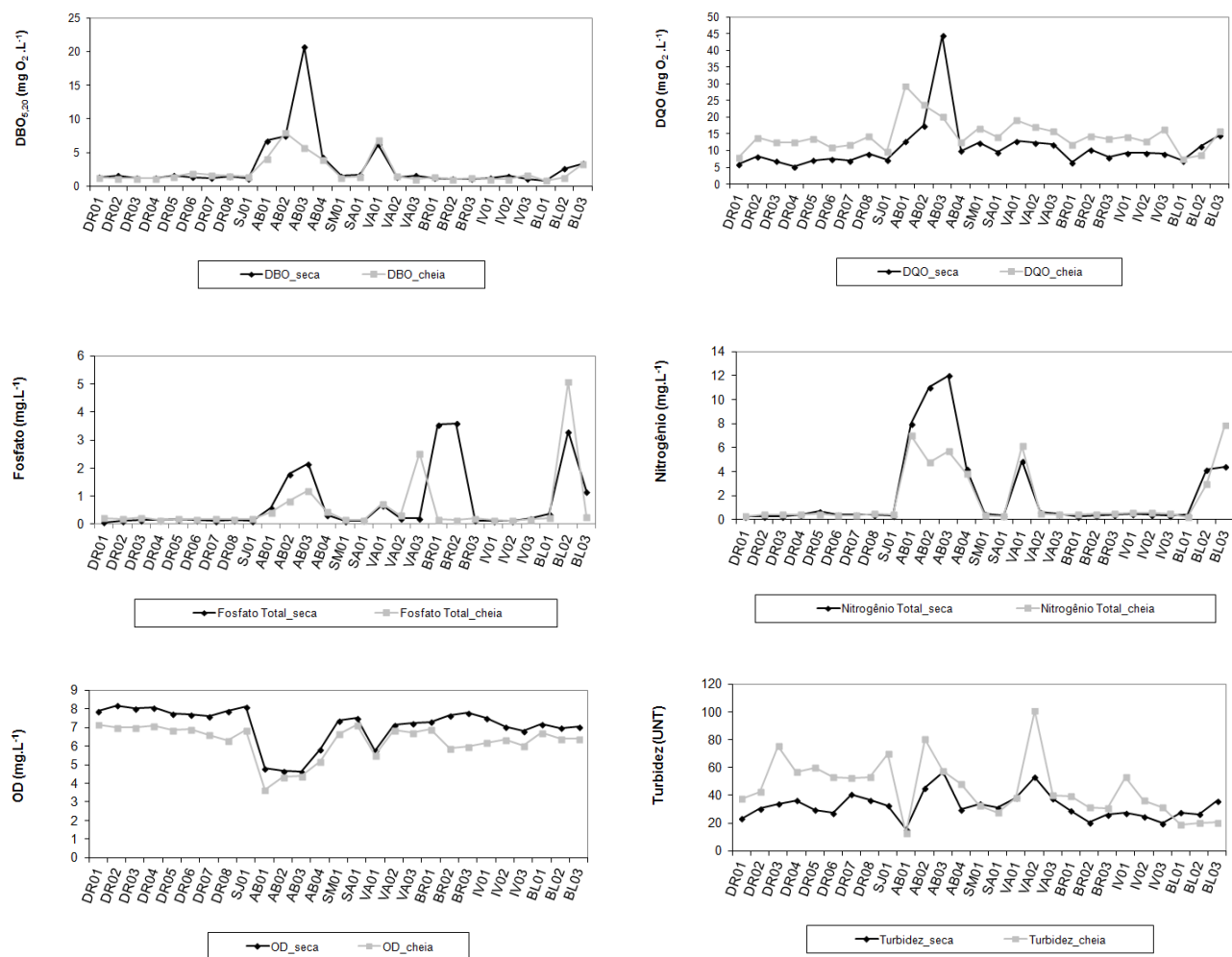


Figura 9: Sazonalidade dos parâmetros DBO, DQO, fósforo total, nitrogênio total, OD e turbidez nos pontos de amostragem.

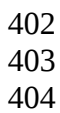
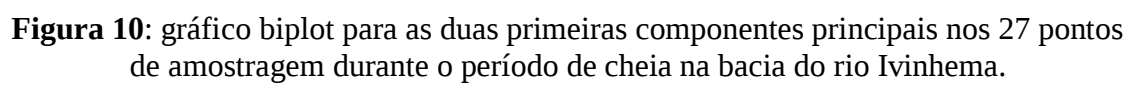


Figura 11: gráfico biplot para as duas primeiras componentes principais nos 27 pontos de amostragem durante o período de estiagem na bacia do rio Ivinhema.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Acta Limnologica Brasiliensia

Instructions to Authors

Aims and Scope

Acta Limnologica Brasiliensia is a journal published by the Sociedade Brasileira de Limnologia (Brazilian Society of Limnology) that publishes original articles which contribute to the scientific development of Limnology.

The Journal covers a broad spectrum, including any theme of the ecology of continental waters from all ecosystems, such as streams, rivers, lakes, floodplain, swamps, reservoirs and estuarine zones. The scope of **Acta Limnologica Brasiliensia** comprises all aspects of theoretical and applied continental aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Taxonomic works may also be accepted provided they contain ecological and geographic distribution information.

Research articles submitted to the journal must be original with no simultaneous submission to other periodicals. Notes and Review articles may also be submitted.

Editorial Policy

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English-speaking colleague.

Authors should prepare their papers for submission following the instructions given below. Provided it adheres to the journal's standards, each article will be sent (online) to two peer reviewers for evaluation. The journal uses the double blind procedure. After examination of the content of the work, the Editor in Chief sends the opinions (on line) to the author's reformulation. After a paper has been accepted a "proof print" of the article is sent (on line) by the editing service to the authors for a final revision.

Categories of Contributions

There are three categories of contributions to **Acta Limnologica Brasiliensia**:

- 1) Primary research papers (generally comprise up to 25 printed pages (including tables, figures and references). See below preparing the manuscript.
- 2) Short research notes, 2-4 printed pages, present concise information on timely topics. Abstract (English and Portuguese), key words (English and Portuguese) and references are required; the remainder is presented as continuous text.
- 3) Review articles. Review articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. They may be submitted or invited.

Preparing the Manuscript

Manuscripts submitted to **Acta Limnologica Brasiliensia** should be original and not being considered for publication elsewhere. An electronic version (in Word for Windows) of the manuscript, including tables and figures should be sent in one file to the Editor in Chief (actalb@rc.unesp.br). Manuscripts should be submitted in English and an abstract in Portuguese must also be included. Authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscript checked by an English-speaking colleague prior to submission. Manuscripts must be typed in A4 paper, 17 × 23 cm, double-spaced with wide margins. All the pages should be numbered; as well as all the lines of each page. Manuscripts should be examined by two peer reviewers.

Text

The following order must be used. First page: title in English (in bold type) and Portuguese, authors in full name (e.g. Antonio Fernando Monteiro Camargo), addresses (including e-mail addresses). All the authors should be identified by a superscript number. Second page: Abstract (in English and Portuguese) and keywords. Third and following pages: text of the article (Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References). The following information should accompany all species cited in the text: a) for zoology, the author name and the publication date of the original description should be given the first time that species is cited in the article; and b) for botany, only the name of the author who made the description should be given the first time that species is cited in the article.

Abstract

The concise abstract (250-300 words) should include be structured into the following topics: aim, methods, major results and conclusions. Four to five keywords should be supplied. The same format applies to the abstract in Portuguese.

Tables and Figures

Tables should be numbered consecutively using Arabic numerals. Each table must be typed on a separate sheet after references. Figures should be numbered consecutively using the Arabic numerals and typed on separate sheets after tables. Photographs in color can be used, but will be subjected to payment of charges. Tables and figures must be mentioned in the text.

Units, Symbols

Use the International System Units (SI), separating the units from the value with a space (except in the case of percentages); use abbreviations always when possible. For compost units use exponentials and not bars (Ex.: $\text{mg}\cdot\text{day}^{-1}$ instead of mg/day , $\text{Xmol}\cdot\text{min}^{-1}$ instead of Xmol/min). Do not add spaces to shift to the next line if a unit does not fit on a line.

References

Citation from theses, master's dissertations, undergraduate monographs, or abstracts for congresses will not be accepted.

Citation in the text:

Use the name and year system:

- Schwarzbald (2009);
- (Calijuri, 2009);
- (Santoro and Enrich-Prast, 2010).
- For more three authors use "et al."

Citations from the list of references in line with **ISO 690/1987**: All references cited in the text should be listed alphabetically in capital letters according to the first authors, References should start on a separate sheet.

Examples:

Journal:

The academic paper references must be presented in the correct established way: name of the author abbreviated (surname, given name), date of publication, title of work, journal title, edition number, and page numbers without the omission of any relevant information.

CARVALHO, P., BINI, LM., DINIZ-FILHO, JAF. AND MURPHY, KJ. 2009, A macroecological approach to study aquatic macrophyte distribution patterns. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 21, no. 2, p. 169-174.

Chapter or Section in Book:

BONECKER, CC., LANSAC-TÔHA, FA. AND JÚLIO JÚNIOR, HF., 2009. A origem e a consolidação do conceito de ecossistema. In LANSAC-TÔHA, FA., BENEDITO, E. AND OLIVEIRA, EF. (Orgs.). *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a Limnologia*. Maringá: Eduem, 527 p.

Book:

TUNDISI, JG. AND MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 632 p.

Offprints:

A complimentary copy of the edition will be sent to the first author of the article. If the Brazilian Society of Limnology has no available funds for the publication, the author(s) of the article will be charged a fee for the cost of each page.