

PADRÕES INTERANUAIS, ESPACIAIS E SAZONAIS DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIO TAQUARI – MS.

Valter Alexandre Tivioli¹; Kennedy Francis Roche²; Hugo Leonardo Martins Freire³; Renato Cáceres Martins⁴.

RESUMO --- Este trabalho teve por objetivo determinar as variações espaciais, temporais e sazonais da qualidade da água na bacia do rio Taquari. Buscou-se também determinar quais destes possui maior influência na variabilidade de outros parâmetros, através da Análise de Componentes Principais (PCA). Encontram-se diferenças significativas nos valores dos padrões analisados para períodos de estiagem e úmidos, principalmente para turbidez, fosfato e nitrogênio. Observou-se também um aumento significativo nos valores de fosfato durante o curso do estudo (de 1994 a 2008). A variação sazonal de alguns parâmetros mostra a importância do regime de chuvas na bacia. O PCA se mostrou uma importante ferramenta para quando se tem um elevado número de dados.

ABSTRACT --- This study aimed to determine interannual, seasonal and spatial variations of water quality in the Taquari river basin . We sought to determine which of these sources of variation has a larger influence on the variability of water quality parameters, through Principal Components Analysis (PCA). There were significant differences in the values of the water quality parameters analyzed for wet and dry periods, especially with regard to turbidity, phosphorus and nitrogen. We also observed a significant increase in the amount of phosphorus during the course of the study (from 1994 to 2008). The seasonal variations of some parameters show the importance of rainfall in the basin. PCA proved to be an important tool when analysing a large data set.

Palavras-chave: Qualidade de água, rio Taquari, PCA.

1) Engenheiro Ambiental, Mestrando em Tecnologias Ambientais Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Rua Alcântara Machado, 163 -Campo Grande – MS. E-mail: vt8bass@gmail.com

2) Prof. Dr. do Departamento de Hidráulica e Transportes da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Cidade Universitária - CEP: 79070-900 -Campo Grande – MS. E-mail : kennedy.roche@ufms.br.

3) Engenheiro Ambiental, Mestrando em Tecnologias Ambientais Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Rua do Catete, 435 -Campo Grande – MS. E-mail: hugo_leomartins@hotmail.com.

4) Engenheiro Ambiental, Mestrando em Tecnologias Ambientais Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Rua do marco, 808-Campo Grande – MS. E-mail: renato.ccre@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um conceito muito amplo, sendo resultante de fenômenos naturais e da ação do homem. De maneira geral, a qualidade da água é função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (von Sperling, 2005).

A degradação da qualidade das águas tem se tornado um tema preocupante, sendo assunto de inúmeros estudos inclusive na bacia do Rio Paraguai, onde as águas de muitos cursos hídricos chegaram a um limite de resiliência, em que não poderão se recompor de forma natural (WWF, 2006). Muitas fontes naturais de água se exauriram pelo mau uso e manejo incorreto destes recursos (WWF, 2006).

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

A qualidade da água em córregos adjacentes, de jusante ou de montante de um ponto, de um mesmo córrego normalmente apresentam tendências similares. A maioria dos estudos ignoravam o viés potencial de dependência espacial ou apenas utilizavam um número limitado de bacias hidrográficas, através da remoção de quaisquer locais circunvizinhos que são contribuintes de um mesmo rio (Chang, 2008).

A poluição a que os corpos d' água estão sujeitos é causada por diferentes fontes de origem urbana, rural e industrial, conduzindo à necessidade de um monitoramento, sendo que a água contém uma ampla variedade de constituintes que podem ser medidos (oxigênio dissolvido, DBO, etc.). Qualquer programa de acompanhamento da qualidade da água, ao longo do tempo e do espaço, gera um grande número de dados analíticos que precisam ser transformados em um formato sintético, para que descrevam e representem de forma compreensível e significativa o estado atual e as tendências da água, para que possam ser utilizados como informações gerenciais e como ferramenta na tomada de decisões relativas aos recursos hídricos (Pernambuco, 2003).

O Pantanal, como outras áreas úmidas do mundo, sofre vários tipos de pressão em função do desenvolvimento. Circundado por planaltos, sofre influências negativas advindas das alterações ambientais que lá ocorrem. Os principais tipos de pressão são produzidos pela agropecuária (agroquímicos, desmatamento, erosão e assoreamento), por construções civis (barragens, diques, estradas), por efluentes domésticos (levando em consideração o crescimento populacional nas cidades localizadas nas bacias), por mineração (mercúrio, erosão e assoreamento) e por indústrias (poluição química e térmica) (Abdon, 2004).

Em Mato Grosso do Sul, uma das bacias hidrográficas mais impactadas pela ação do homem é a bacia do rio Taquari (Abdon, 2004). Esta compõe a bacia do rio Paraguai, possuindo um grande leque aluvial (o maior do Pantanal), representando 1/3 da região pantaneira em área. Outra

característica da bacia do Taquari é a textura arenosa dos solos que a compõe (Mato Grosso do Sul, 2005).

Com a intensificação de atividade agrícola mecanizada, em meados da década de 70, os processos erosivos foram agravados na região dos planaltos do Alto e Médio Taquari (Mato Grosso do Sul, 2005). Entre estes impactos destaca-se o desmatamento próximo as nascentes do rio Taquari, o que resultou em sérios processos erosivos, o que também ajuda a explicar a alta carga de sedimentos nos rios desta bacia (Mato Grosso do Sul, 2005).

Os parâmetros utilizados neste trabalho são de extrema importância no comportamento de ambientes de águas doces, além de serem alguns dos mais usados em índices de qualidade de água, como, por exemplo, o fósforo que é nutriente limitante (von Sperling, 2005). Outro importante fator considerado é a sazonalidade das variáveis, pois o ciclo de cheias e secas (pulso de inundação) rege os ciclos biogeoquímicos e a estrutura e dinâmica da biota aquática (Barbosa et al., 2004).

Objetivou-se neste trabalho determinar as variações temporais e sazonais da qualidade da água na bacia do Rio Taquari, entre os anos 1994 e 2008. Buscou-se determinar quais destes padrões possuem maior influência na variabilidade de outros, através da Análise de Componentes Principais (PCA).

2 METODOLOGIA

A Bacia do Rio Taquari está localizada na porção noroeste do Estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo uma área de aproximadamente 65023 km² (Figura 1). É originária do Quaternário, possuindo um grande leque aluvial, um ambiente de deposição de sedimentos em forma de cone ou leque. Sua rede hidrográfica é formada por rios como o Cuiabá, Piquiri, Coxim, Itiquira e o próprio rio Taquari, com 787 km de extensão, sendo um dos principais afluentes do rio Paraguai (Mato Grosso do Sul, 2005).

Os dados utilizados são os disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), no sítio do *HidroWeb* Sistemas de Informações Hidrológicas: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Este faz parte do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, prerrogativa da Política Nacional de Recursos Hídricos. São informações obtidas ao longo dos 21 pontos de amostragem da bacia, distribuídos entre seus principais rios.

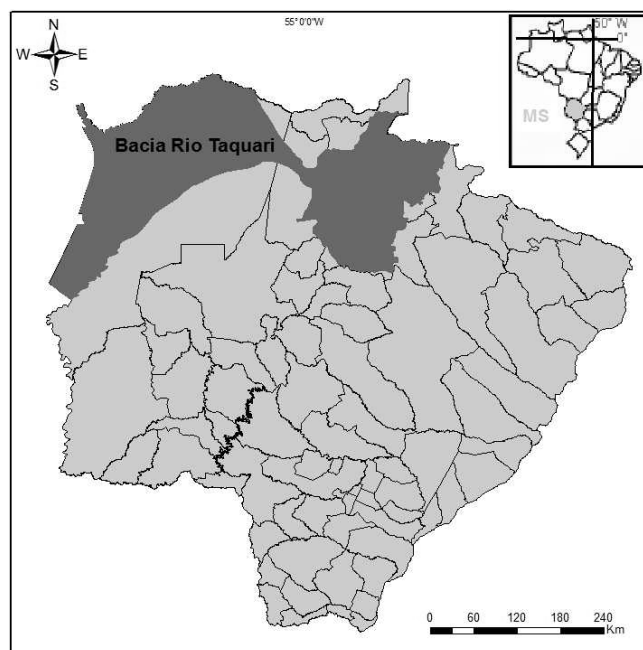


Figura 1: localização da bacia do rio Taquari, MS.

Para as análises, os dados foram organizados, pois existem discrepâncias nas datas em que os parâmetros foram medidos e há ainda uma falta de dados para determinados parâmetros em alguns pontos. Assim, por uma questão de concordância de informações, reduziram-se os pontos de análise para apenas 11 (Tabela 1), possuindo data de análise entre 1994 e 2008.

Tabela 1: Pontos de amostragem utilizados – Bacia do rio Taquari

<i>Ponto de Amostragem</i>	<i>Localização</i>
00MS22TQ2481	Rio Taquari, em Cachoeira da Palmeiras
00MS22TQ2441	Rio Taquari, a jusante do perímetro urbano da cidade de Coxim
00MS22TQ2000	Rio Taquari, na foz (Porto da Manga)
00MS22CX0266	Rio Coxim, na nascente (Faz. Monte Azul)
00MS22CX2176	Rio Coxim, a jusante da foz do ribeirão Camapuã
00MS22RV2020	Rio Verde, a montante do balneário Sete Quedas
00MS22RV2008	Rio Verde, a jusante do lançamento Frigorífico River
00MS22TM2000	Rio Taquari-Mirim, na foz
00MS22IT2232	Rio Itiquira, a jusante da foz do rio Piquiri
00MS22CB2156	Rio Cuiabá, a jusante da foz do rio Itiquira
00MS22PA2079	Rio Paraguai, a jusante da Marinha Mercante, Corumbá

Os dados foram segregados em períodos de cheia (meses de outubro a março) e de estiagem (meses de abril a setembro). Além disto, os pontos utilizados foram dispostos no gráfico em certa ordem no espaço, da cabeceira ao exutório da bacia, facilitando a observação espacial. Para a análise temporal utilizou-se: pH, OD, DBO, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fosfato

total, sólidos totais e turbidez. Para a sazonal foram apenas: OD, DBO, nitrogênio total, fosfato total e turbidez.

Para a Análise de Componentes Principais (PCA) procedeu-se de duas maneiras: primeiramente extraiu-se 9 dos 11 pontos com dados mais consistentes, e realizou-se a análise com as médias de todos os anos dos parâmetros OD, DBO, pH, turbidez, nitrogênio, fosfato e sólidos fixos. De outra maneira, escolheu-se dois pontos da amostragem (00MS22TQ2441 e 00MS22PA2079), analisando os parâmetros OD, DBO, pH, turbidez, nitrogênio, fosfato, sólidos totais e coliformes totais e realizou-se a análise com as médias de cada ano. Estes pontos foram escolhidos, pois se localizam na jusante de prováveis pontos de lançamento de efluentes domésticos, e também porque neles haviam dados mais consistentes para a análise. Antes de se realizar o PCA os dados sofreram uma transformação logarítmica para normalizá-los. O principal objetivo deste tratamento estatístico é indicar quais parâmetros possuem maior “influência” na variância total dos dados. Para a realização do PCA foi utilizado o programa *PAST version 1.89* (2009).

Procedeu-se a análise Regressão Linear Simples, para interpretação temporal, e o teste de Wilcoxon, para interpretação sazonal, utilizando o programa *BioEstat 5.0* (2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises das mudanças temporais para pH, OD, DBO, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, sólidos totais e turbidez (Tabela 2) não se apresentaram resultados estatisticamente significativos para nenhum dos pontos.

Tabela 2: Resultados das análises temporais, utilizando Regressão Linear Simples

Ponto/ Parâmetro	pH	OD	DBO	Colif. Termo.	N. total	Sol. totais	Turbidez
TQ2481	p= 0,3223 R ₂ =0,0001	p= 0,5056 R ₂ =0,0101	p= 0,5652 R ₂ =0,0072	p= 0,8229 R ₂ =0,0190	p= 0,6233 R ₂ =0,0038	p= 0,5504 R ₂ =0,0080	p= 0,1736 R ₂ =0,0169
TQ2441	p= 0,5733 R ₂ =0,0133	p= 0,1433 R ₂ =0,0224	p= 0,0300 R ₂ =0,0775	p= 0,1635 R ₂ =0,0203	p= 0,6284 R ₂ =0,0150	p= 0,0312 R ₂ =0,0737	p= 0,6193 R ₂ =0,0154
TQ2000	p= 0,5885 R ₂ =0,0144	p= 0,1707 R ₂ =0,0177	p= 0,7019 R ₂ =0,0180	p= 0,6546 R ₂ =0,0168	p= 0,0009 R ₂ =0,2005	p= 0,0503 R ₂ =0,0686	p= 0,1271 R ₂ =0,0276
CX0266	p= 0,1993 R ₂ =0,0138	p= 0,0006 R ₂ =0,2921	p= 0,7876 R ₂ =0,0265	p= 0,7757 R ₂ =0,0262	p= 0,0090 R ₂ =0,1593	p= 0,5665 R ₂ =0,0108	p= 0,8191 R ₂ =0,0279
CX2176	p= 0,5058 R ₂ =0,0110	p= 0,5075 R ₂ =0,0109	p= 0,6331 R ₂ =0,0165	p= 0,1853 R ₂ =0,0164	p= 0,7616 R ₂ =0,0197	p= 0,6792 R ₂ =0,0178	p= 0,8943 R ₂ =0,0219
RV2020	p= 0,5797 R ₂ =0,0065	p= 0,8960 R ₂ =0,0201	p= 0,0601 R ₂ =0,0710	p= 0,9102 R ₂ =0,0206	p= 0,9784 R ₂ =0,0204	p= 0,5077 R ₂ =0,0102	p= 0,1890 R ₂ =0,0151
RV2008	p= 0,0020 R ₂ =0,0931	p= 0,0287 R ₂ =0,0766	p= 0,5087 R ₂ =0,0106	p= 0,5557 R ₂ =0,0134	p= 0,7136 R ₂ =0,0183	p= 0,1404 R ₂ =0,0245	p= 0,0501 R ₂ =0,0681
TM2000	p= 0,1502 R ₂ =0,0287	p= 0,0101 R ₂ =0,1609	p= 0,2763 R ₂ =0,0057	p= 0,2616 R ₂ =0,0077	p= 0,0040 R ₂ =0,1845	p= 0,5797 R ₂ =0,0114	p= 0,0597 R ₂ =0,0659
IT2232	p= 0,5216	p= 0,0640	---	---	---	---	p= 0,3226

Ponto/ Parâmetro	<i>pH</i>	<i>OD</i>	<i>DBO</i>	<i>Colif. Termo.</i>	<i>N. total</i>	<i>Sol. totais</i>	<i>Turbidez</i>
	$R_2=0,0236$	$R_2=0,1361$					$R_2=0,0038$
CB2156	$p=0,9214$ $R_2=0,0550$	$p=0,7804$ $R_2=0,0510$	---	---	---	---	$p=0,5999$ $R_2=0,0510$
PA2079	$p=0,9416$ $R_2=0,0001$	$p=0,8869$ $R_2=0,0200$	$p=0,0758$ $R_2=0,0461$	$p=0,9214$ $R_2=0,0211$	$p=0,0560$ $R_2=0,0530$	$p=0,6265$ $R_2=0,0717$	$p=0,6966$ $R_2=0,0175$

Porém, analisando-se a variação temporal do fósforo total, tem-se a tendência de um aumento em sua concentração ao longo dos anos, principalmente nos últimos, a partir de 2007, onde se percebe acentuado pico no gráfico (Figura 2). Realizando a análise Regressão Linear Simples ($\alpha=0,05$) para estes pontos obteve-se resultados afirmativos para crescimento em 00MS22TQ2481 ($p=0,0002$ e $R_2=0,2456$); em 00MS22PA2079 ($p=0,0001$ e $R_2=0,3510$); em 00MS22CX0266 ($p=0,0093$ e $R_2=0,1621$), em 00MS22TQ2000 ($p=0,0003$ e $R_2=0,2441$), em 00MS22TM2000 ($p=0,0037$ e $R_2=0,1881$) e em 00MS22TQ2441 ($p=0,0251$ e $R_2=0,0795$). Apenas os pontos 00MS22RV2020 ($p=0,6368$ e $R_2=0,0030$), 00MS22RV2008 ($p=0,1143$ e $R_2=0,0310$) e 00MS22CX2176 ($p=0,7257$ e $R_2=0,0194$) não apresentaram uma tendência de crescimento.

Estes resultados demonstram que há um considerável aumento na concentração de fósforo 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 dar-se de outra forma (não-linear).

Esta evolução dos valores de concentração de fósforo total pode ser explicada por um crescimento populacional nos pontos localizados junto a cidades sem sistemas adequados de tratamento de esgotos, caso do 00MS22PA2079 que se localiza a jusante da cidade de Ladário, que ganhou aproximadamente 10000 habitantes nos últimos 20 anos (histórico populacional pode ser encontrado em IBGE cidades - <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>). Outro caso é por um aporte originado da utilização de fertilizantes ou provindos de fezes de animais, como no ponto 00MS22TQ2000, localizado na foz do Rio Taquari, que recebe contribuição de boa parte da bacia (Mato Grosso do Sul, 2005).

Em linhas gerais, os parâmetros analisados na bacia do Rio Taquari estão dentro de uma regularidade, se comparada às outras sub-bacias da bacia do Rio Paraguai (Mato Grosso do Sul, 2005).

Na Figura 3 estão apresentadas as comparações sazonais para os parâmetros OD, fósforo, nitrogênio, turbidez e DBO. Realizando-se o teste de Wilcoxon – teste T, com nível de decisão $\alpha=0,01$, procurou-se mostrar quais parâmetros possuem uma diferença significativa nos períodos úmidos e de seca nos pontos analisados. Para fósforo ($p\text{-valor}_{(bilateral)}=0,0077$), nitrogênio ($p\text{-valor}_{(bilateral)}=0,0109$) e turbidez ($p\text{-valor}_{(bilateral)}=0,0033$) houveram diferenças significativas nestes

valores em diferentes épocas. Porém OD (p-valor_(bilateral) = 0,0754) e DBO (p-valor_(bilateral) = 0,8590) não mostraram diferença em seus valores.

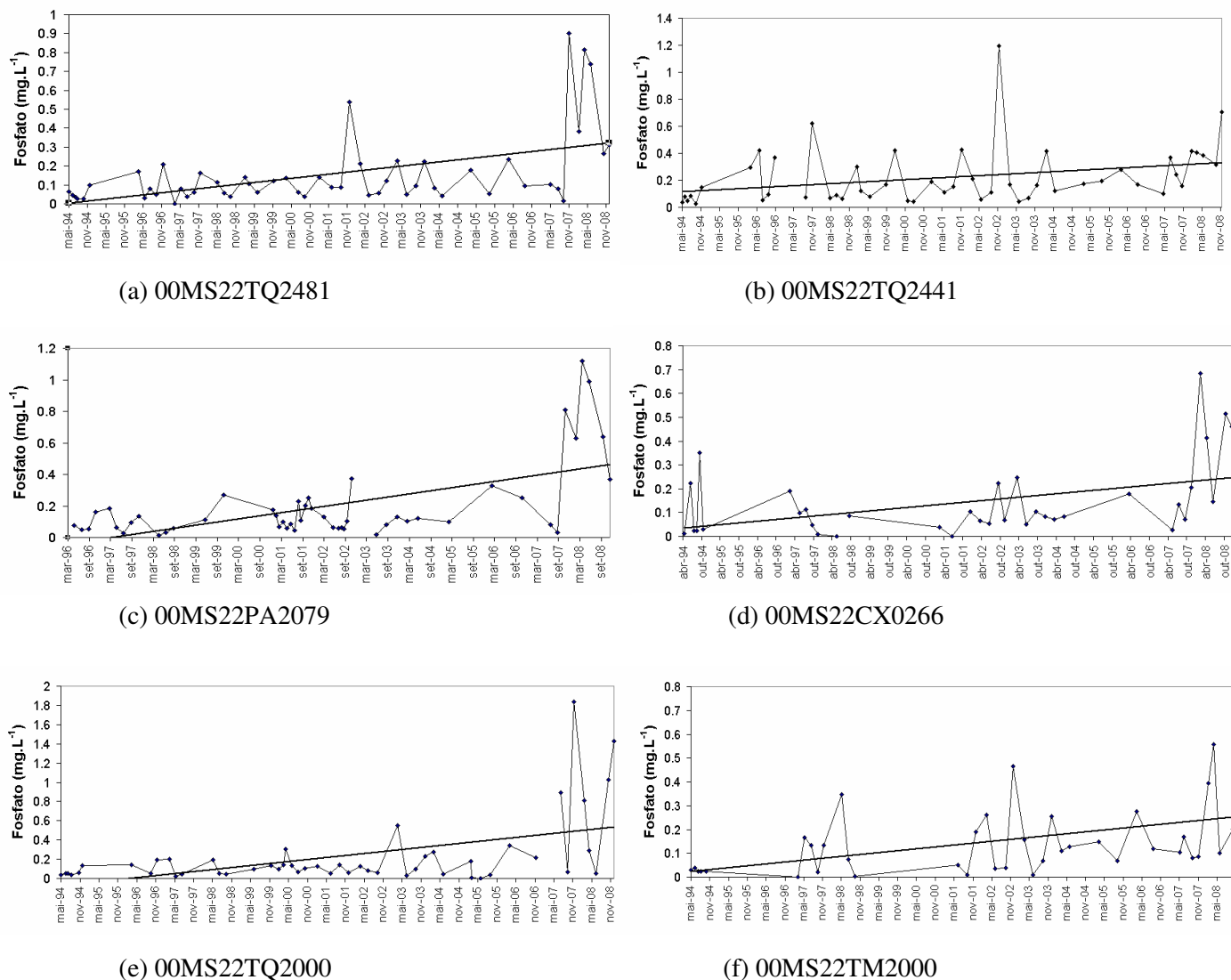
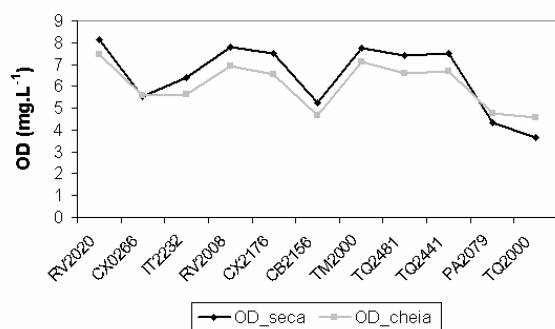


Figura 2: Variação temporal de fosfato total nos pontos de amostragem.

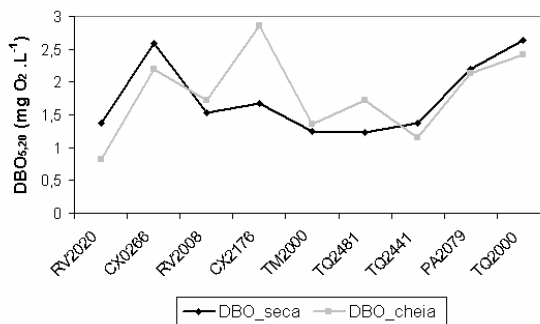
A relativa independência do OD e DBO, parâmetros com conexão intrínseca, pode estar associada a maior complexidade destes. A variabilidade dos valores de oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio estão relacionados a vários fatores ambientais, não somente com a quantidade de água precipitada, como aqui se tentou demonstrar. Somente nos pontos 00MS22PA2079 e 00MS22TQ2000 é observada uma queda no OD e uma ascensão na DBO.

Menores valores de nitrogênio total e fosfato total em períodos secos estão relacionados à quantidade destes componentes que é levada pelas águas para o curso d'água (Barbosa et al., 2004). Isto mostra a grande importância que o uso do solo tem sobre a qualidade das águas da bacia, superando o aporte destes nutrientes por lançamentos de esgoto. Mesmo caso ocorre com a turbidez, apresentando baixos valores em períodos secos. Fato facilmente interpretado, pois este parâmetro é

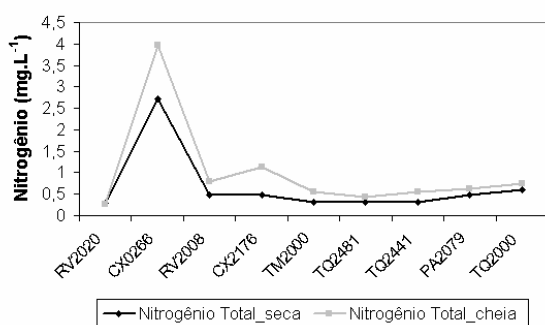
altamente influenciado pelo teor de sólidos carregados ao rio durante períodos chuvosos. Ações como a preservação das matas ciliares são relevantes para reduzir o aporte de sólidos nos corpos d'água, além de minimizar a pressão sobre as margens dos rios (WWF, 2006).



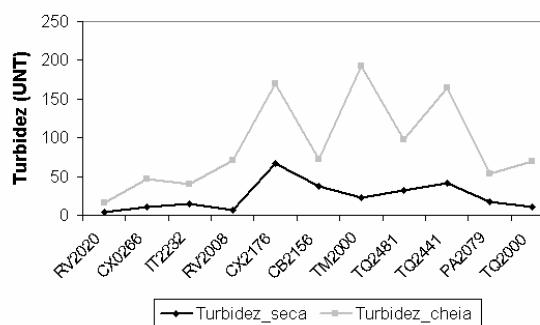
(a) Sazonalidade OD



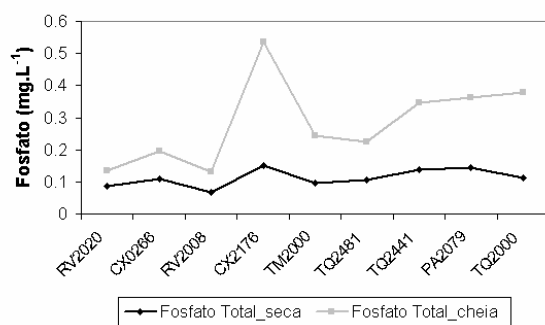
(b) Sazonalidade DBO



(c) Sazonalidade nitrogênio total



(d) Sazonalidade turbidez



(e) Sazonalidade fósforo total

Figura 3: Comparações para estações seca e cheia dos parâmetros.

A evolução espacial dos valores não se mostrou evidente. É notável o pico de nitrogênio total no ponto 00MS22CX0266 (Figura 3(c)), o que pode ser consequência do aporte de efluentes de suinocultura, próximos a cidade de São Gabriel do Oeste (Mato Grosso do Sul, 2005). Outro evento é o elevado valor de fósforo total em épocas de cheia no ponto 00MS22CX2176 (Figura 3(e)) que se encontra a jusante do ribeirão Camapuã, que recebe efluentes domésticos da cidade de Camapuã (Mato Grosso do Sul, 2005).

Os pontos 00MS22CX2176, 00MS22TM2000 e 00MS22TQ2441, classificados como classe 2, segundo a resolução CONAMA 357/05, apresentaram valores de turbidez (Figura 3(d)) acima do

máximo estipulado para esta classe (até 100 UNT) durante os períodos de chuvas. Já os pontos 00MS22CB2156, 00MS22PA2079 e 00MS22TQ2000, também de classe 2, mostraram valores de OD (Figura 3(a)) abaixo do referido em norma ($>5,0 \text{ mgL}^{-1}$).

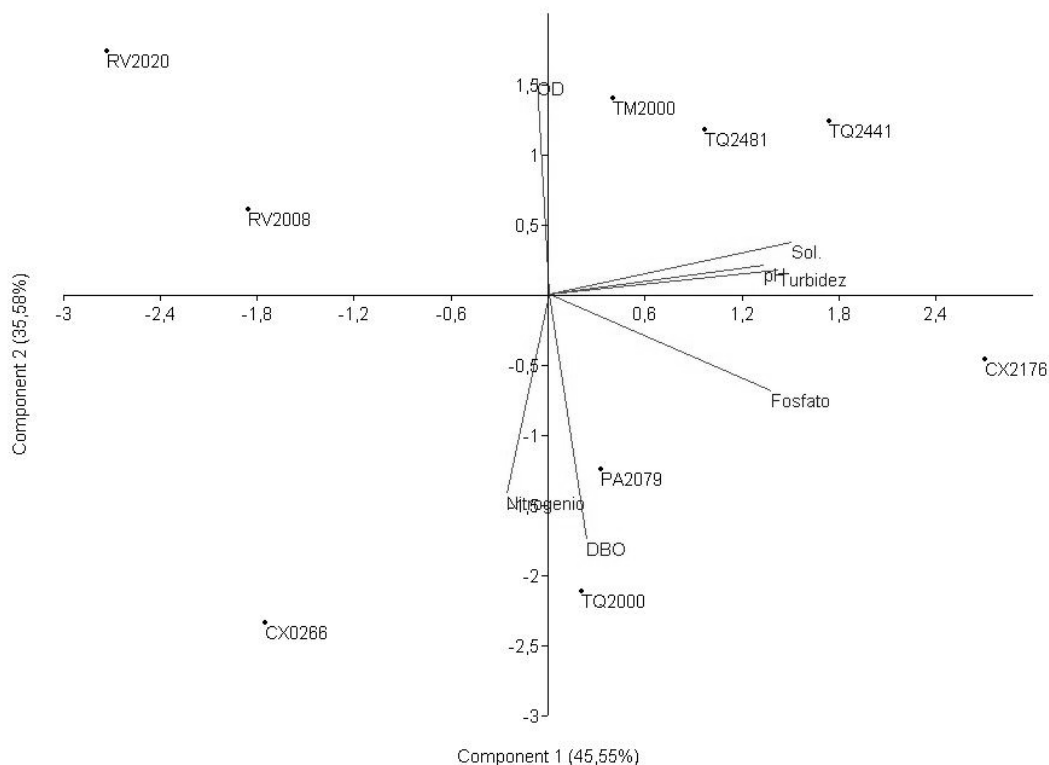


Figura 4: Gráfico biplot para as componentes principais em nove pontos de amostragem.

A Figura 4 apresenta o gráfico biplot das componentes principais de nove pontos de amostragem da bacia, onde a primeira componente principal explica aproximadamente 45,55% da variância total dos dados. Esta componente é positivamente ligada aos parâmetros pH, sólidos fixos, turbidez e fósforo total, os quais ocorrem com maiores valores nos pontos 00MS22CX2176, 00MS22TQ2441 e 00MS22TQ2481. Já a segunda componente explica cerca de 35,58% da variância total, sendo positivamente correlacionada com oxigênio dissolvido, com maiores valores em 00MS22TM2000 e 00MS22RV2020, e negativamente relacionada com DBO e nitrogênio total, com maiores valores em 00MS22TQ2000, 00MS22PA2079 e 00MS22CX0266.

Observa-se ainda nesta figura que os parâmetros sólidos fixos e turbidez se correlacionam positivamente, o que mostra uma certa interdependência já esperada para os mesmos. Estes ainda influenciam fortemente na primeira componente, dado este que se explica pela aguda ação de carreamento de sólidos para os cursos d'água da bacia, visto o histórico de assoreamento dos rios da região, em destaque o próprio Rio Taquari (Mato Grosso do Sul, 2005). Fica clara também a relação de positividade do OD com a DBO, pois geralmente quando há uma elevação da DBO ocorre um decréscimo da disponibilidade de oxigênio (von Sperling, 2005).

A Figura 5 apresenta o gráfico biplot das componentes principais do ponto 00MS22PA2079 a jusante da marinha mercante na cidade de Corumbá, para um período de doze anos. A primeira componente principal explica 29,97% da variância dos dados. Esta componente é positivamente ligada principalmente aos parâmetros nitrogênio, fosfato, oxigênio dissolvido e turbidez, os quais ocorrem com maiores valores nos anos de 2006, 1999 e 2008; é, porém, negativamente ligada a DBO. A segunda componente explica cerca de 23,78% da variância total, sendo positivamente correlacionada com nitrogênio, sólidos totais e coliformes totais, e negativamente relacionada com pH. Novamente temos o mesmo fenômeno mostrado na Figura 4, que seja a relação de positividade do OD com a DBO.

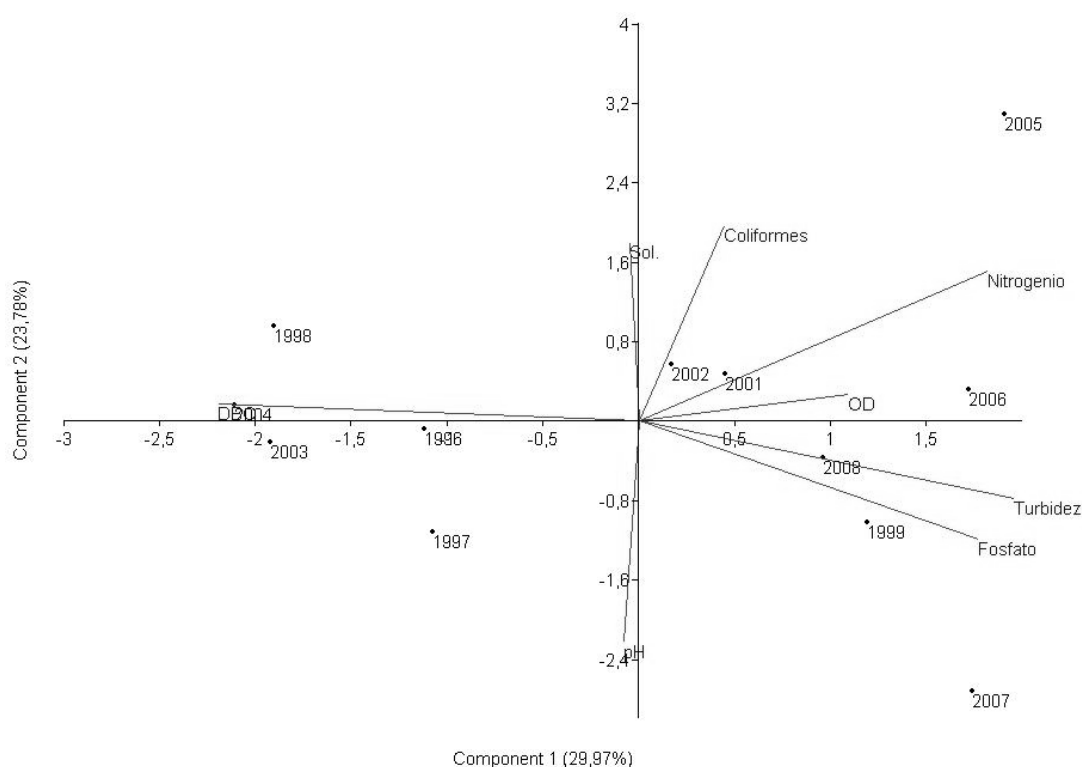


Figura 5: Gráfico biplot para as componentes principais no ponto de amostragem a jusante da Marinha Mercante, em Corumbá - Rio Paraguai.

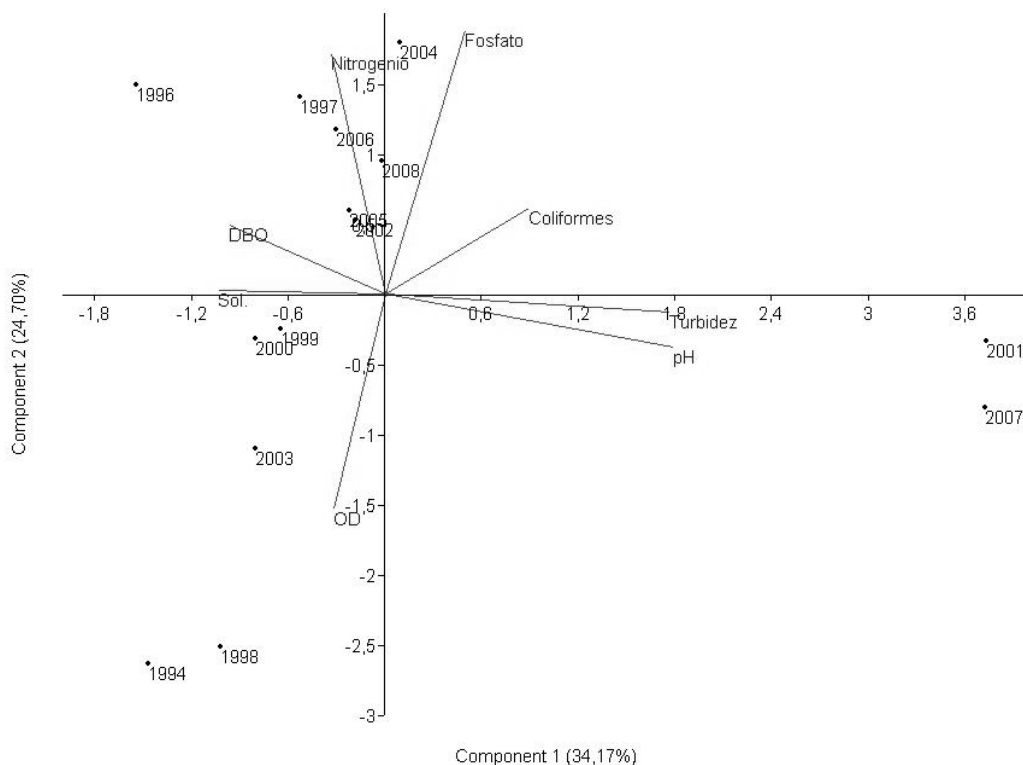


Figura 6: Gráfico biplot para as componentes principais no ponto de amostragem a jusante do perímetro urbano da cidade de Coxim - Rio Taquari.

Na Figura 6 tem-se o gráfico das componentes principais em um ponto do rio Taquari localizado a jusante do perímetro urbano da cidade de Coxim - 00MS22TQ2441. A primeira componente principal explica cerca de 34,17% da variância total dos dados. Componente esta que é positivamente ligada aos parâmetros pH e turbidez - os quais ocorrem com maiores valores nos anos de 2001 e 2007 - e negativamente ligado aos sólidos totais e DBO. A segunda componente explica cerca de 24,70% da variância total, sendo positivamente correlacionada com nitrogênio total e fósforo total, com maiores valores em 2004; e negativamente relacionada com oxigênio dissolvido.

Os parâmetros fósforo total e nitrogênio total se correlacionam em certo grau, principalmente nos casos das Figuras 5 e 6, com uma das duas primeiras componentes principais. Isto pode se dar ao fato da 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, 2005).

4 CONCLUSÕES

Geralmente os valores de nutrientes (principalmente fósforo) se mantiveram elevados, indicando alto grau de impacto antropogênico. A turbidez também se manteve elevada durante os períodos de chuvas.

A elevação progressiva do teor de fosfato em alguns rios da bacia, durante os últimos anos, evidenciado neste trabalho, mostra que a ação antrópica pode ainda estar pressionando os ecossistemas da bacia, propiciando eventos como a eutrofização dos corpos d'água.

A variação sazonal de alguns parâmetros mostra a importância do regime de chuvas na bacia, devido à capacidade com que a água que chega na região tem em elevar ou baixar os valores de fosfato e nitrogênio, por exemplo, além da turbidez, outro parâmetro importante devido aos casos de aporte de sólidos nos leitos dos rios. Mostra, também, a importância que o uso e ocupação do solo na bacia tem em relação à qualidade das águas.

Em geral, os valores para os parâmetros estudados não possuem grande diferenciação para o planalto e para a planície na bacia, destacando-se mais os valores encontrados para pontos a jusante de lançamentos de efluentes, domésticos ou industriais.

A Análise de Componentes Principais (PCA) se mostrou uma importante ferramenta para quando se tem um elevado número de dados, auxiliando para melhor compreendermos a interação entre os parâmetros.

BIBLIOGRAFIA

ABDON, M. M. (2004). “*Os impactos ambientais no meio físico – erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária*”. São Carlos. 322 p. Tese (Doutorado em Eng. Ambiental) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ABEL, P.B. (1989). “*Water Pollution Biology*”. Chichester: John Wiley & Sons.

AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L., SANTOS, A.A. (2007). “*BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*”. Ong Mamiraua. Belém, Pará.

BARBOSA, D.; BARRETO, R.R.; MÁRMORA, M.M.; FRANÇO, L.; BARROS, L.F.; CALHEIROS, D.F.; OLIVEIRA, M.D. (2004) “*Sazonalidade de variáveis limnológicas do rio Paraguai, Corumbá – MS*”. IV Simpósio sobre recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal.

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.

MATO GROSSO DO SUL. (2005) “*Relatório de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai-2003*”. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Instituto de Meio Ambiente Pantanal. Gerência de Recursos Hídricos. Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai (ANA/GEF/PNUMA/OEA).

PAST. (2009) “*Palaeontological Statistics, ver. 1.89*”. Øyvind Hammer, D.A.T. Harper and P.D. Ryan.

PERNAMBUCO. (2003). “*Índice e indicadores de qualidade da água – revisão da literatura*”. Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH.

VON SPERLING, M. (2005). *“Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos. v. 1.”* Belo Horizonte: DESA-UFMG.

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