

**CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DO RIO TAQUARI-RS.**Teresinha Guerra<sup>1</sup> e Paulo Cezar da Silva Júnior<sup>1</sup>

**Resumo** - O rio Taquari faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Esta limitado ao norte pela Bacia do Rio Pelotas; a oeste pela Bacia do Rio Jacuí; ao sul pela Bacia do Lago Guaíba e a leste pela Bacia do Rio Caí, tendo a sua nascente em Cambará do Sul (nordeste do RS). Este trabalho tem como objetivo analisar as variações físicas, químicas e de coliformes em água bruta, determinados pela Companhia Riograndense de Saneamento em 04 (quatro) pontos do rio, no período de 1988 a 1995. Os parâmetros analisados foram: pH, Turbidez, Alcalinidade, Bicarbonato, Dureza, Cloretos, Fenóis, Matéria Orgânica, DBO, DQO, Fosfato total, Nitrato, Nitrito, Sólidos totais, Coliformes fecais e Metais. Determinou-se a Qualidade da Água, através da Análise Fatorial pelo método de componentes principais, a partir do qual foram obtidos três fatores associados às características de alguns parâmetros, para cada local de amostragem. Os outros elementos e os metais analisados foram descartados por não haver correlação ou pela inexistência de dados em determinados períodos. Através da variação espacial desses parâmetros, foram obtidos escores fatoriais (qualidade da água), para cada ponto amostrado apresentando épocas de qualidade de água de boa a ótima e outras épocas de ruim a péssima. Em função disso, pode-se concluir que a ação natural erosiva sobre as rochas da região e o uso do solo associado ao escoamento superficial da água têm importante influência na qualidade do referido rio e que os fatores antrópicos, mostram-se variáveis e inconstantes ao longo do tempo e ao longo do rio, com épocas de melhor ou pior qualidade ambiental. Sendo assim, o rio Taquari, desde a cidade de Arroio do Meio até a sua foz no rio Jacuí, pode ser classificado, de acordo com o CONAMA, 1986, como sendo de Classe 2, necessitando de tratamento convencional prévio da água, para o consumo.

**1 – INTRODUÇÃO**

A poluição das águas origina-se de várias fontes, dentre as quais se destacam os efluentes domésticos, os efluentes industriais, o deflúvio urbano e o deflúvio superficial agrícola que, por sua vez, estão associados ao tipo de uso e ocupação do solo.

Cada uma dessas fontes possui características próprias quanto aos poluentes que carregam, sendo que os esgotos domésticos apresentam contaminantes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e coliformes fecais. A grande diversidade de indústrias existentes faz com que haja uma variabilidade mais intensa nos contaminantes lançados aos corpos d'água e muitos outros que dependem da matéria-prima e dos processos industriais utilizados.

As diferentes formas de aporte tornam, na prática, inexecutável a análise sistemática de todos os poluentes que possam estar presentes nas águas superficiais. Por isso, são selecionados parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade de água mais representativos, que são monitorados sistematicamente em estações de amostragem.

O monitoramento da qualidade da água de um manancial constitui-se num instrumento essencial aos técnicos responsáveis pela análise e avaliação temporal e espacial das condições e tendências qualitativas do corpo hídrico. Por outro lado, uma rede de monitoramento produz uma grande quantidade de dados, cuja compreensão exige conhecimento técnico específico sendo, portanto, de difícil acesso ao público leigo.

É de conhecimento geral a importância que a água tem em todas as atividades antrópicas (desde o ato simplório de beber e banhar-se até os complexos processos industriais), porém, a sua conservação e utilização ainda são assuntos alheios à maioria da população. Este trabalho procura mostrar e qualificar a água de um corpo hídrico destinada ao uso da população humana, permitindo uma análise mais detalhada dos seus componentes além de salientar a importância de conhecer e monitorar esses recursos, através de um estudo de caso em um trecho do rio Taquari.

O objetivo deste trabalho é realizar a caracterização hidrogeoquímica do médio e baixo curso do Rio Taquari, a partir de dados de análises físicas, químicas e de coliformes fecais da água compilados de vários anos de análises.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS Av. Bento Gonçalves, 9500 CEP 91510-000, Porto Alegre, RS, Brasil Fone: (051)316-6773 Fax: (051)316-6936 e-mail: guerra@ecologia.ufrgs.br

## 2 – ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Taquari-Antas possui uma área em torno de 27.000 Km<sup>2</sup>, e uma extensão de, aproximadamente, 540 Km desde sua nascente, próximo ao município de São José dos Ausentes até a foz, em frente à cidade de São Jerônimo. Após a construção da eclusa de Bom Retiro do Sul, este rio é navegável por 87 km, em 90% do ano, a partir da foz. Durante o seu trajeto, passa por municípios com postos de coleta de água bruta da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). Destes, quatro estações foram utilizadas para a realização deste trabalho: Arroio do Meio, Lajeado, Bom Retiro do Sul e Taquari.

## 3 – METODOLOGIA

Em cada ponto amostrado, analisaram-se os seguintes parâmetros: Turbidez, pH, Alcalinidade, Bicarbonato, Dureza, Cloretos, Fenóis, Matéria Orgânica, DBO, DQO, Fósforo Total, Nitratos, Nitritos, Metais pesados (Cd, Cu, Pb, Cr, Hg, Zn, Mn, Ni e Fe), Sólidos totais e Coliformes fecais. Esses dados encontravam-se arquivados na sede da empresa em Porto Alegre. Os dados foram transferidos para planilhas eletrônicas e, em seguida procedeu-se à análise de consistência destes dados verificando-se que a concentração de metais na água, em geral, não era detectada, pois o aparelho utilizado tinha pouca sensibilidade, com exceção do Fe, Ni e Mn. Também houve períodos em que não foram coletadas amostras de água e períodos de coleta diferenciados (a coleta de água e análise em laboratório foram realizadas mensalmente em Bom Retiro do Sul e Taquari. Em Arroio do Meio e Lajeado, foram realizadas amostragens trimestral e/ou semestralmente). Por este fato, muitos destes dados foram descartados (principalmente os metais). Como havia uma grande quantidade de dados, utilizou-se o recurso estatístico de Análise Multivariada, através da Análise Fatorial que trata das relações internas de um conjunto de variáveis, substituindo o conjunto inicial de variáveis correlacionadas por um conjunto menor de “fatores” que explicam a maior parte da variância do conjunto original de dados (Fachel, 1976). A análise fatorial permite, assim, estruturar e simplificar os dados de maneira a conservar o máximo de informação expressa pelas variáveis originais (Possoli, 1984). Esta análise envolve a preparação de uma matriz de correlação entre as variáveis e a extração dos fatores. O grau e a significância da correlação de cada variável com as demais, irá determinar a sua importância na composição final da qualidade da água (escore fatorial) e a capacidade de expressar a situação ambiental do corpo hídrico em estudo (Haase, Krieger & Possoli, 1989; Haase & Possoli, 1993).

Com o intuito de facilitar a interpretação das informações de qualidade de água de forma abrangente e útil para especialistas ou não, é desenvolvido o Índice de Qualidade das Águas - IQA. Este índice incorpora parâmetros relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização destas para abastecimento público.

Um Índice de Qualidade da Água (IQA) é um valor numérico (pode variar de zero a cem) e traduz sinteticamente a qualidade da água de um corpo hídrico. A partir da década de 70, vários estudos foram desenvolvidos com o objetivo de estabelecer ou questionar índices de qualidade de água. Existem três tipos básicos de Índices de Qualidade da Água: 1. Índices elaborados a partir da opinião de experts, incluindo índices gerais e específicos (adaptado e desenvolvido pela CETESB) (Comitesinos, 1990) que se baseou em um estudo realizado pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos. A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião feita junto a profissionais de distintas especialidades, os quais indicaram os parâmetros a serem medidos, o peso relativo dos mesmos e a condição em que se apresentava cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Este índice incorpora nove parâmetros (Temperatura da amostra, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias, 20°C), Coliformes Fecais, Nitrogênio Total, Fosfato Total, Resíduo Total e Turbidez.), onde, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas foram sintetizadas em um conjunto de curvas médias, uma para cada parâmetro; 2. Índices biológicos, elaborados a partir de organismos bioindicadores e; 3. Índices baseados em métodos estatísticos.

A aplicação dos primeiros índices citados acima foi dificultada pelo fato de inexistirem parâmetros necessários ao cálculo do IQA, tais como oxigênio dissolvido, nitrogênio total, resíduo total e organismos bioindicadores. Então, a partir dos dados existentes, procurou-se adotar uma metodologia capaz de sintetizar os dados, facilitando a sua aplicação e o reconhecimento de tendências através de métodos estatísticos multivariados e o emprego de Análise Fatorial. Neste estudo desconsideramos a denominação “Índice de Qualidade da Água” e consideramos apenas “Qualidade da Água”.

#### 4 – RESULTADOS

A análise fatorial, pelo método de componentes principais foi efetuada com as seguintes variáveis: alcalinidade, cloretos, coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio, dureza, ferro, manganês, níquel, nitratos nitritos, pH, fósforo total, sedimentos totais em suspensão, turbidez, fenóis e temperatura da água. Foram obtidos três fatores associados às raízes características. Os outros elementos e metais foram descartados por não haver correlação ou pela inexistência de dados em determinados períodos.

O primeiro fator, em geral, tende a apresentar cargas fatoriais mais altas para todas as variáveis, explicando a maior porcentagem da variância total dos dados originais, enquanto os fatores subsequentes, além de representar em menor proporção a variância total são quase sempre de difícil interpretação.

A análise dos dados dos escores fatoriais para identificar a qualidade da água no rio Taquari, pode ser visualizada na Tabela 1. Apesar de explicar apenas 46,4 % da variância dos dados, estes permitem uma interpretação dos resultados do cálculo dos fatores comuns a partir do gráfico de dispersão e distribuição das variáveis de cargas fatoriais na Figura 2. O Fator 1 expressa 25,4 % da informação contida nos dados das variáveis. Estão melhor correlacionados o ferro, o manganês, o fósforo total, os sólidos totais e a turbidez. Esta associação de variáveis sugere uma contribuição natural acrescida dos efeitos de escoamento superficial. O ferro e o manganês podem ser associados à contribuição de rochas basálticas da área. Os solos expostos sob a ação da chuva, associado ao relevo íngreme do curso superior do rio Taquari, favorece o arraste de sólidos totais e o aumento da turbidez na água. O fósforo total associado a estas variáveis devido, principalmente ao uso agrícola, se insere nesta associação pelo escoamento superficial. Esta associação foi considerada como sendo um Fator Natural. O Fator 2 explica 12,2 % da variabilidade dos dados, sendo a alcalinidade, dureza, pH e temperatura da água as variáveis mais expressivas e correlacionadas. Esta associação foi considerada Fator de Balanço Iônico, pois estes parâmetros apresentam-se, geoquimicamente, sob a forma de íons dissolvidos na água. O Fator 3 representa 8,8 % das informações contidas nos dados, sendo a variável de maior importância os fenóis e, parcialmente, os coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio, níquel, nitritos e nitratos. Estas variáveis indicam uma origem comum de contribuição antrópica para o rio Taquari. Tal associação foi considerada Fator Antrópico.

Através da variação espacial e dos Coeficientes dos Escores Fatoriais (qualidade da água), para cada ponto amostrado, foi possível representar, graficamente esta qualidade da água a partir dos fatores 1, 2 e 3. Os valores dos escores fatoriais foram multiplicados por -1, a fim de que os valores mais altos sejam indicativos de uma melhor qualidade ambiental. Observa-se na Figura 3 que os valores positivos de  $QA_1$ ,  $QA_2$  e  $QA_3$  indicam melhor qualidade ambiental da água do rio Taquari e valores negativos de  $QA_1$ ,  $QA_2$  e  $QA_3$  indicam pior qualidade ambiental. Em ambos os pontos de amostragem (Arroio do Meio, Lajeado, Bom Retiro do Sul e Taquari), ocorrem períodos de qualidade da água de boa a ótima e períodos de ruim a péssima qualidade ambiental.

Variável	fator 1 Fator Natural	fator 2 Fator de Balanço Iônico	fator 3 Fator Antrópico
Temp. água	- 0,142542	<b>0,418849</b>	0,302838
Turbidez	<b>0,844750</b>	- 0,2678858	- 0,075248
pH	- 0,221653	<b>0,583115</b>	- 0,126816
Alcalinidade	- 0,089534	<b>0,769883</b>	- 0,07168
Dureza	0,056585	<b>0,648417</b>	0,189901
Cloretos	- 0,261377	0,348013	<b>0,315211</b>
Fenol	- 0,063974	- 0,415804	<b>0,540213</b>
DBO	0,071396	0,024829	<b>0,611828</b>
Fósforo total	<b>0,730238</b>	- 0,1363386	0,270287
Nitrato	0,181177	- 0,166178	- 0,245804
Nitrito	0,086419	0,106007	0,289603
Sólidos totais	<b>0,899248</b>	0,009002	0,045438
Coliformes fecais	0,172661	- 0,006624	<b>0,590417</b>
Ferro	<b>0,932850</b>	- 0,137208	0,016061
Níquel	0,286159	0,310593	0,107082
Manganês	<b>0,786890</b>	<b>0,53817</b>	0,048790
% de variância	<b>25,4</b>	<b>12,2</b>	<b>8,8</b>

Tabela 1 - Matriz de Cargas Fatoriais no período de 1988 a 1995.

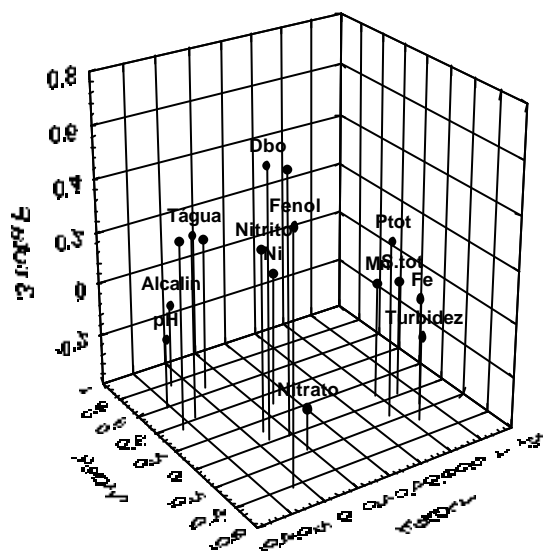


Figura 1 - Dispersão das unidades amostrais de acordo com os escores fatoriais da água do rio Taquari (RS), no período de 1988 a 1995.

## 5 – CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos junto à CORSAN, verificou-se que:

- A análise dos dados de metais-traço, com exceção do Fe, Mn e N, tiveram sua interpretação prejudicada por falta de análise ou não detecção;
- O fator natural de erosão (lixiviação e/ou intemperismo) das rochas, o uso do solo, associado ao escoamento superficial da água, exercem importante influência na qualidade da água do rio Taquari;
- O fator antrópico (coliformes fecais, Ni, DBO, nitritos, nitratos e fenóis), mostram-se variáveis e inconstantes ao longo do tempo e ao longo do rio, isto é, existem períodos de melhor qualidade da água e períodos de pior qualidade da água de 1988 a 1995;
- A partir dos dados analisados nas quatro estações de coleta da CORSAN, o rio Taquari pode ser classificado, segundo a o CONAMA/96, desde a cidade de Arroio do Meio até a foz, como classe 2, necessitando de tratamento convencional da água para consumo.

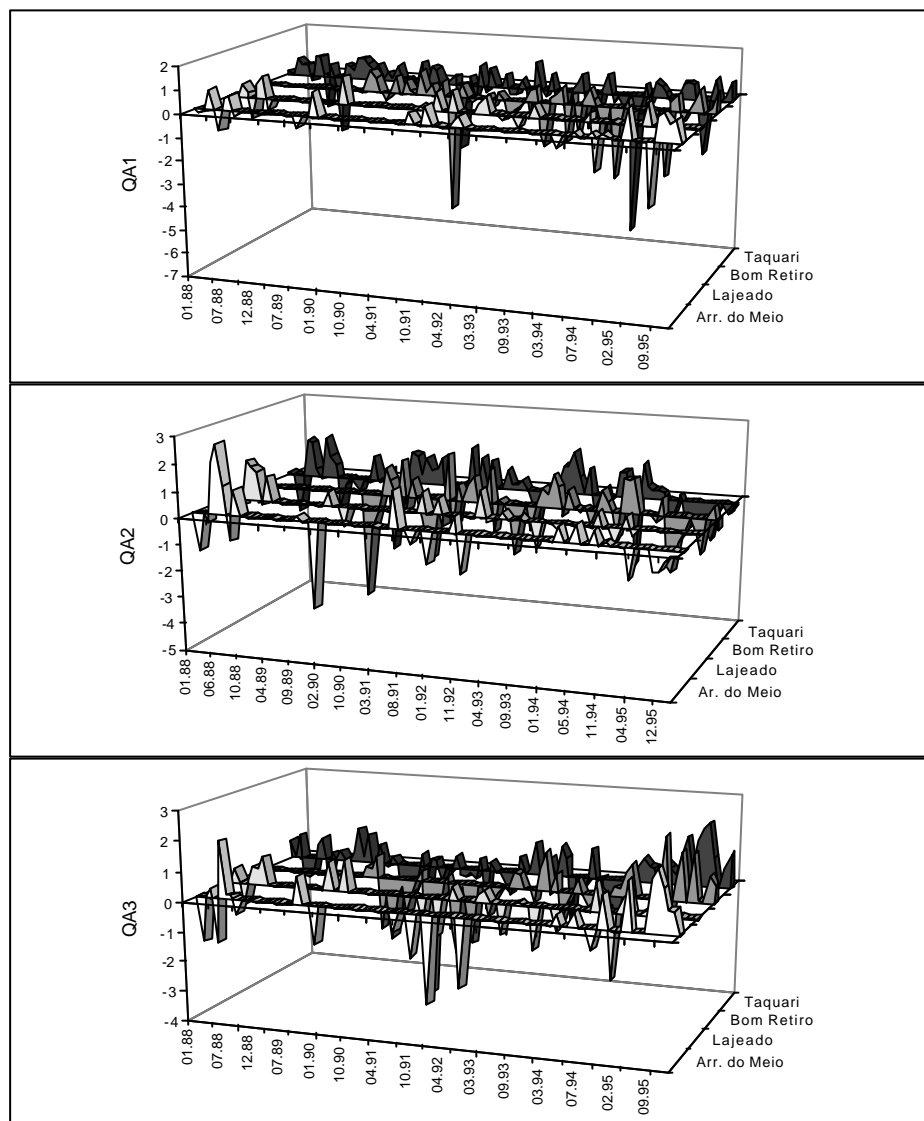


Figura 2 - Variação espacial e temporal da qualidade da água (QA) no Rio Taquari no período de 1988 a 1996.  $QA_1$  = Fator Natural,  $QA_2$  = Fator de Balanço Iônico e  $QA_3$  = Fator Antropogênico

## 6 – REFERÊNCIAS

- COMITESINOS (1990). Utilização de um Índice de Qualidade da Água do Rio dos Sinos. Porto Alegre. Relatório Técnico.
- CONAMA. (1992). Resoluções do CONAMA 1984 a 1991. 4ª Edição, Brasília-DF
- FACHEL, J. M. G. (1976). Análise Fatorial. Dissertação de Mestrado. Instituto de Matemática e Estatística, USP, São Paulo, 84p.
- FEPAM (1991). Programa para o Desenvolvimento Racional Recuperação e Gerenciamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Guaíba Pró-Guaíba. Porto Alegre. Relatório Técnico.
- HAASE, J.; KRIEGER, J.A.H. & POSSOLI, S. (1989). Estudo da viabilidade do uso da técnica de análise fatorial como instrumento na interpretação da qualidade da água da bacia hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. *Ciência e Cultura/ SBPC*, 41(6): 576-582.
- HAASE, J. & POSSOLI, S. (1993). Estudo da Utilização da Técnica de Análise Fatorial na elaboração de um Índice de Qualidade da Água: Comparação entre dois Regimes Hidrológicos Diferentes, São Paulo. *Acta Limn. Bras.*, 6: 245-255.
- POSSOLI, S. (1984). Técnicas de Análise Multivariada para avaliação das condições de saúde dos municípios de Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Saúde Pública, São Paulo*, (18): 288-300.