

## **ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E DETERMINAÇÃO DO IQA NO RIO PIQUIRI, UBIRATÃ – PARANÁ**

Eliane Hermes, Fabio Orssatto, Marcio Antonio Vilas Boas  
(Orientador/UNIOESTE), e-mail: [elianehermes@yahoo.com.br](mailto:elianehermes@yahoo.com.br).

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Exatas e de  
Tecnologia – Cascavel – Pr.

**Palavras-chave:** CONAMA, padrão, qualidade da água

### **Resumo:**

O termo qualidade da água não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas e, conforme essas características, são estipuladas diferentes finalidades para a água. O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais. Devido à importância do constante monitoramento da qualidade de nossas águas o presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água do Rio Piquiri no município de Ubitatã, Paraná, através de parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos, além do emprego do índice de qualidade de água empregado pela CETESB. Os dados utilizados para a determinação do IQA foram coletados no Rio Piquiri, um rio perene de ambiente lótico considerado pelo Instituto Ambiental do Paraná como classe II conforme classificação da Resolução CONAMA 357 (2005) pertencente à Bacia do Rio Paraná localizado na cidade de Ubitatã – Paraná. O IQA, é determinado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (sólidos totais). A qualidade da água do Rio Piquiri no ponto estudado apresentou boa qualidade onde poucas amostras apresentaram parâmetros fora dos limites estabelecidos para a resolução do CONAMA 357 (2005) e considerando o índice de qualidade da CETESB, em média, a qualidade da água pode ser classificada como boa.

### **Introdução**

Os despejos indiscriminados de cargas poluentes em ambientes aquáticos vêm alterando drasticamente a qualidade de suas águas, pois estes ambientes são muito suscetíveis às substâncias químicas lançadas, principalmente nas proximidades de áreas urbanas, afetando os organismos que se desenvolvem neste meio.

O termo qualidade da água não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e

biológicas e, conforme essas características, são estipuladas diferentes finalidades para a água (MERTEN & MINELLA, 2002).

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais. Cada sistema lótico possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico (TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

Com o intuito de facilitar a interpretação das informações de qualidade de água de forma abrangente e útil, para especialistas ou não, é fundamental a utilização de índices de qualidade. Desta forma, a CETESB, a partir de um estudo realizado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Este índice vem sendo utilizado para avaliar a qualidade das águas do Estado de São Paulo (SHINMA, 2004). A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentados na Figura 1 (CETESB, 2008).

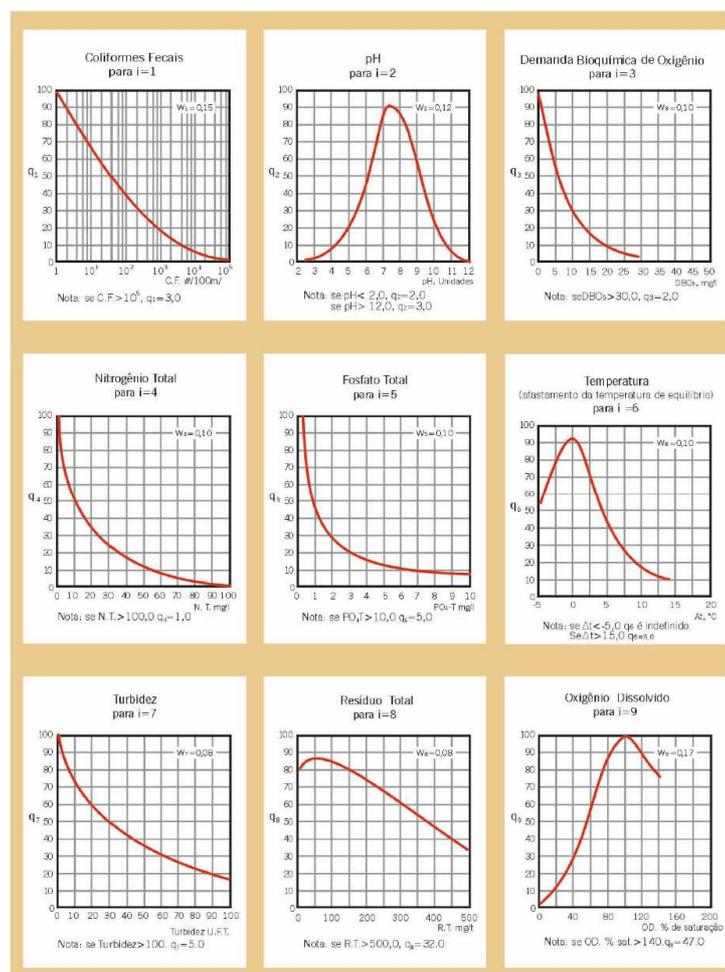


Figura 1 – Curvas médias de variação de qualidade das águas. Fonte: CETESB, 2008.

Devido à importância do constante monitoramento da qualidade de nossas águas o presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água do Rio Piquiri no município de Ubatã, Paraná, através de parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos, além do emprego do índice de qualidade de água empregado pela CETESB.

## Materiais e Métodos

Os dados utilizados para a determinação do IQA foram coletados no Rio Piquiri, um rio perene de ambiente lótico considerado pelo Instituto Ambiental do Paraná como classe II conforme classificação da Resolução CONAMA 357 (2005) pertencente à Bacia do Rio Paraná localizado na cidade de Ubatã – Paraná. A sua bacia hidrográfica é a terceira maior em área física do estado do Paraná, apresentando uma área total de 24.731 Km<sup>2</sup>. Os solos predominantes da bacia são: latossolo, argilossolo e nitossolo vermelhos, e a leste, porções mais significativas de neossolos. Ao norte as texturas variam pouco entre arenosa e média arenosa, prevalecendo texturas mais argilosas nas demais regiões.

O ponto de coleta escolhido localiza-se à 24°33'08"S 53 ° 07'48"O, próximo a ponte da BR-369, no período de novembro de 1984 a julho de 2006 correspondendo a um total de 41 amostras coletadas. O banco de dados utilizado pertence à Agência Nacional das Águas (ANA). A Figura 2 ilustra o ponto de coleta.



**Figura 2 - Rio Piquiri, ponto de coleta.**

Fonte: Google Earth (2008).

O IQA, é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (sólidos totais) (DERÍSIO, 2000).

A seguinte fórmula é utilizada para esse fim:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

em que,

$i - 1;$

IQA - índice de qualidade das águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  - qualidade da  $i$ -ésima variável, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  - peso correspondente à  $i$ -ésima variável fixado em função de sua importância para a conformação da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1;  $n$  - o número de variáveis que entram no cálculo (indicadas nos gráficos da figura 2, onde no presente caso  $n = 9$ ).

$\prod_{i=1}^n$  - produtório de  $i$  variando de 1 a  $n$  ( $q_1^{w_1} \cdot q_2^{w_2} \dots q_n^{w_n}$ ).

A qualidade das águas interiores (doces), indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, pode ser classificada em faixas, conforme descrito no Tabela 1.

**Tabela 1 – Faixas de ponderação e categoria da qualidade das águas.**

| <b>Categoria</b> | <b>Ponderação</b>   |
|------------------|---------------------|
| Ótima            | $79 < IQA \leq 100$ |
| Boa              | $51 < IQA \leq 79$  |
| Regular          | $36 < IQA \leq 51$  |
| Ruim             | $19 < IQA \leq 36$  |
| Péssima          | $IQA \leq 19$       |

Fonte: CETESB (2008).

De acordo com Racanicchi (2002), as categorias apresentadas na Tabela 1 podem ser definidas como segue:

- Categoria ótima (80 a 100): são águas encontradas em rios que se mantêm em condições naturais, não recebem despejos de efluentes não sofrem processos de degradação, excelente para manutenção da biologia aquática, abastecimento público e produção de alimentos.
- Categoria aceitável (37 a 51): são águas encontradas em rios que sofrem grandes interferências e degradação, mas ainda podem ser utilizadas tanto para abastecimento público após tratamentos físico-químicos e biológicos, como para a manutenção da biologia aquática e produção de alimentos.
- Categoria ruim (20 a 36): são águas encontradas em rios que sofrem grandes interferências e degradação, comprometendo a qualidade, servindo a mesma apenas para navegação e geração de energia.
- Categoria péssima (0 a 19): são águas encontradas em rios que sofrem graves interferências e degradação, comprometendo a qualidade, servindo apenas para navegação e geração de energia.

O IQA apresenta algumas limitações como à possibilidade de superestimar a qualidade da condição real do recurso hídrico tendo em vista que contempla somente 9 parâmetros (SHINMA, 2004).

## **Resultados e Discussão**

A Estatística descritiva dos dados encontra-se descrita na Tabela 2.

**Tabela 2 - Estatística descritiva dos parâmetros analisados.**

| Variável                                | Média | Desvio Padrão | CV*    | Mínimo | Máximo |
|---|-------|---------------|--------|--------|--------|
| OD ( $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$ )    | 8.34  | 0.68          | 8.21   | 6.96   | 10.10  |
| DBO ( $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$ )   | 1.28  | 0.63          | 49.44  | 1.00   | 4.00   |
| Coliformes termotolerantes              | 657   | 752           | 114.36 | 80     | 3300   |
| T ( $^{\circ}\text{C}$ )                | 21.52 | 3.57          | 16.61  | 15.00  | 29.00  |
| pH                                      | 7.45  | 0.26          | 3.57   | 6.80   | 7.90   |
| N Total ( $\text{mg L}^{-1} \text{N}$ ) | 0.29  | 0.18          | 62.46  | 0.03   | 0.78   |
| P Total ( $\text{mg L}^{-1} \text{P}$ ) | 0.05  | 0.04          | 82.60  | 0.01   | 0.19   |
| Turbidez (UNT)                          | 26.08 | 19.08         | 73.16  | 2.60   | 82.00  |
| Resíduo Total ( $\text{mg L}^{-1}$ )    | 73.88 | 26.02         | 35.23  | 21.00  | 140.00 |

\*Coeficiente de Variação

Através da estatística descritiva, pode-se verificar que os dados de OD, temperatura e pH apresentaram um coeficiente de variação menor que 20%, ou seja, com dados homogêneos (GOMES, 1987). Com relação aos parâmetros de DBO, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total, estes possuem dados heterogêneos, pois apresentam um coeficiente de variação maior que 20% (GOMES, 1987).

Considerando-se os limites estabelecidos pela Resolução 357 do CONAMA de 2005 para um rio classe II, o OD apresentou uma média de  $8,34 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$  com o valor mínimo de 6,96 e o máximo de  $10,10 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ , não apresentando nenhum valor abaixo do limite estabelecido de  $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$  e segundo Farias (2006) o rio pode ser considerado limpo pois, em condições normais, apresenta geralmente uma concentração de 8 a  $10 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$ . A menor concentração foi de  $6,96 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ , valor que não apresenta danos ao desenvolvimento das espécies. Estas concentrações segundo Gastaldini et al. (2002) podem ser resultantes das baixas cargas orgânicas afluentes em toda a bacia.

A DBO obteve uma média de  $1,28 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ , com um mínimo de 1 e o máximo de  $4 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ , valores abaixo do limite máximo permitido que é de  $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ . Zimmermann et al (2008) avaliaram a qualidade do corpo hídrico do Rio Tibagi na região de Ponto Grossa encontrando valores que variaram 0,5 a  $6 \text{ mg. O}_2 \text{ L}^{-1}$  de DBO os quais se aproximam com os dados apresentados no presente trabalho.

Os coliformes termotolerantes possuem uma média de 657 com o mínimo e máximo de 80 e 3300 respectivamente, sendo que 8 das 41 amostras apresentam valores um pouco acima do limite de 1000 coliformes. Almeida et al (2004) avaliaram a qualidade microbiológica do córrego Ribeirão dos Porcos no município de Espírito Santo do Pinhal – SP onde foram encontradas concentrações menores de coliformes termotolerantes na zona rural, semelhantes aos valores deste estudo já que o ponto de coleta também encontra-se em uma área rural.

A temperatura apresentou uma média de  $21,52 \text{ }^\circ\text{C}$  com um mínimo de 15 e máximo de  $29 \text{ }^\circ\text{C}$ , não havendo um padrão quanto ao seu valor. Bueno et al (2005) monitoraram a qualidade de água do horto ouro verde em Conchal – SP e encontraram valores médios de temperatura que variam entre  $20,4$  a  $23,7 \text{ }^\circ\text{C}$ , próximo ao aqui relatado.

O pH obteve uma média 7,45 com um mínimo de 6,80 e máximo de 7,90, todos dentro da faixa de 6 a 9 determinada pela legislação, sendo que Werker & Hall (1999) descrevem que muitas bactérias não podem proliferar em níveis de pH abaixo de 4,0 ou acima de 9,5 sendo que, geralmente, o pH ótimo para o crescimento bacteriano está entre 6,5 a 7,5.

O nitrogênio total tem uma média de  $0,29 \text{ mg L}^{-1} \text{ N}$  com um mínimo de 0,03 e máximo de  $0,78 \text{ mg L}^{-1} \text{ N}$ , valores bem abaixo do máximo permitido de  $2,18 \text{ mg L}^{-1} \text{ N}$ . Mansor et al. (2006) avaliaram cargas difusas de origem rural em uma sub-bacia do Rio Jaguari, SP e encontraram um valor médio igual  $1,75 \text{ mg. L}^{-1}$ , também dentro do limite permitido, porém bem acima do aqui encontrado.

O fósforo total obteve uma média de 0,05 mg L<sup>-1</sup> P com mínimo de 0,01 e máximo de 0,19 mg L<sup>-1</sup> P, onde 4 das 41 amostras tiveram valores um pouco acima do limite de 0,1 mg L<sup>-1</sup> P. Madruga et al. (2008) avaliaram a influência do Córrego dos Macacos na qualidade da água do Rio Mogi Guaçu no estado de São Paulo e a montante do afluente Córrego dos Macacos, o Rio Mogi Guaçu apresentou valores de fósforo total que variaram de 0,01 a 0,09 mg P L<sup>-1</sup>, os quais encontram-se abaixo do valor aqui descrito.

A turbidez apresentou uma média de 26,08 UNT com mínimo de 2,60 e máximo de 82,00 UNT, onde todos os valores encontram-se abaixo do limite de 100 UNT descrito na legislação. Sardinha et al (2008) avaliaram a qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio em Leme, São Paulo e para turbidez, encontraram valores que variaram de 3 a 34 UNT os quais estão abaixo dos valores apresentados neste trabalho.

O resíduo total teve uma média de 73,88 mg L<sup>-1</sup> com mínimo de 21,00 e máximo de 140,00 mg L<sup>-1</sup>. A resolução do CONAMA 357 (2005) não estabelece valores limites para os sólidos totais. Fravet & Cruz (2007) citam que o valor máximo permitido de sólidos na água de irrigação é de 500 mg L<sup>-1</sup>. Dessa maneira, 100% das análises realizadas estão abaixo do indicado para irrigação. Zimmermann et al. (2008) avaliaram a qualidade do corpo hídrico do Rio Tibagi na região de Ponto Grossa encontrando valores que variaram de 18 a 182,66 mg. L<sup>-1</sup> de sólidos totais os quais se aproximam dos dados apresentados no presente estudo.

Aplicando-se o índice de qualidade da água (IQA) utilizado pela CETESB, a média das 41 amostras foi de 74,195 com um valor mínimo de 63,00 e máximo de 82,00, onde 5 amostras apresentam um IQA acima de 79 sendo então classificada com uma água de qualidade ótima que seriam águas encontradas em rios que se mantêm em condições naturais, não recebem despejos de efluentes não sofrem processos de degradação, excelente para manutenção da biologia aquática, abastecimento público e produção de alimentos, e 36 amostras obtiveram um IQA entre 51 e 79 sendo então a água considerada com uma qualidade boa, que são águas encontradas em rios que se mantêm em condições naturais, embora possam receber, em alguns pontos, pequenas ações de degradação, mas que não comprometem a qualidade para a manutenção da biologia aquática, abastecimento público e produção de alimentos.

## **Conclusão**

A qualidade da água do Rio Piquiri no ponto estudado apresentou boa qualidade onde poucas amostras apresentaram parâmetros fora dos limites estabelecidos para a resolução do CONAMA 357 (2005) e considerando o índice de qualidade da CETESB, em média, a qualidade da água pode ser classificada como boa.

## Agradecimentos

A Capes e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

- Almeida, R.M. A. A., Hussar, G. J., Peres, M. R., Junior, A. L. F. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – SP. *Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal*, 2004, 1.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução 357/05. Brasília, 2005.
- Bueno, L. F., Galbiatti, J. A., Borges, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP. *Engenharia Agrícola – Jaboticabal*, 2005, 25.
- Cetesb. Índice de qualidade das águas. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice\\_iap\\_iqa.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp). Acesso em 18 de novembro de 2008.
- Derisio, J. C. *Introdução ao Controle de Poluição Ambiental*. 2ª Edição. São Paulo: Editora Signus. 164p., 2000.
- Farias, M. S. S. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, 2006.
- Fravet, A. M. M. F., Cruz, R. L. Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu-SP. *Irriga – Botucatu*, 2007. 12.
- Gastaldini, M. C. C.; Seffrin, G. F. F.; Paz, M. F. Diagnóstico atual e previsão futura da qualidade das águas do rio ibicuí utilizando o modelo QUAL2E. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. 2002, 7.
- Gomes, F. P. *Curso de Estatística Experimental*. Piracicaba: Editora Nobel, 1987.
- Madruga, F. V., Reis, F. A. G. V., Medeiros, G. A., Girdano, L. C. Avaliação da influência do Córrego dos Macacos na qualidade da água do Rio Mogi Guaçu, no município de Mogi Guaçu – SP. *Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal*. 2008, 5.
- Mansor, M. T., Filho, J. T., Roston, D. M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia, do Rio Jaguari, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2006, 10.
- Merten, G. H. Minella, J. P. G. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: Um desafio atual para sobrevivência futura. *Agroecologia e desenvolvimento rural*. 2002, 3.
- Racanicchi, R. M.Z.V. Influência da Implantação de Estação de Tratamento de Esgoto Tipo Lagoas de Estabilização na Recuperação da Qualidade da Água do Córrego Cabeceira da Mula em Santa Fé do Sul - SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, 2002.

Sardinha, D. S., Conceição, F. T., Souza, A. D. G., Silveira, A., Julio, M., Gonçalves, J. C. S. I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2008, 13.

Shinma, E. A. Avaliação da qualidade das águas dos rios da bacia hidrográfica do Alto Paraguai – Pantanal. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2004.

Toledo, L. G., Nicolella, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agrícola*, 2002, 59.

Werker, A. G., Hall, E. R. The influence of pH on the growth linked biodegradation kinetics of select resin acids found in pulp mill effluent. *Tappi Journal*, 1999, 82.

Zimmermann, C. M., Guimarães, O. M., Zamora, P. G. P. Avaliação da qualidade do corpo hídrico do Rio Tibagi na região de Ponta Grossa utilizando análise de componentes principais (PCA). *Química Nova*, 2008, 31.