

# ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TIBAGI – ESTADO DO PARANÁ



OLAM – Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil – ISSN: 1982-7784 – está licenciada sob [Licença Creative Commons](#)

José Hilário Delconte Ferreira [1]  
Márcia Aparecida de Oliveira [2]  
Karina Querne de Carvalho [3]  
Rebeca Janina Delconte Ferreira [4]  
Paulo Sérgio Pereira [5]  
Edvard Elias de Souza Filho [6]

## INTRODUÇÃO

O Brasil, mesmo possuindo grande capacidade hídrica, enfrenta problemas relacionados à escassez de água decorrentes dos processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola desordenados. A qualidade da água está relacionada diretamente à qualidade ambiental, que resulta de ações antrópicas ou transformações naturais. O monitoramento pode ser a alternativa que fornece conhecimento sobre a qualidade ambiental e da água. Para a realização do monitoramento é preciso utilizar um indicador, ou índice da qualidade da água. O índice de qualidade da água (IQA) é um conjunto de valores numéricos que indicam a concentração dos constituintes químicos presentes nas águas fluviais (BATE et al., 2004). A representação cartográfica de uma bacia hidrográfica possibilita a visualização da combinação dos elementos físicos e biológicos presentes na área da bacia, com observações da diversificação da paisagem, que a torna uma unidade de estudo funcional.

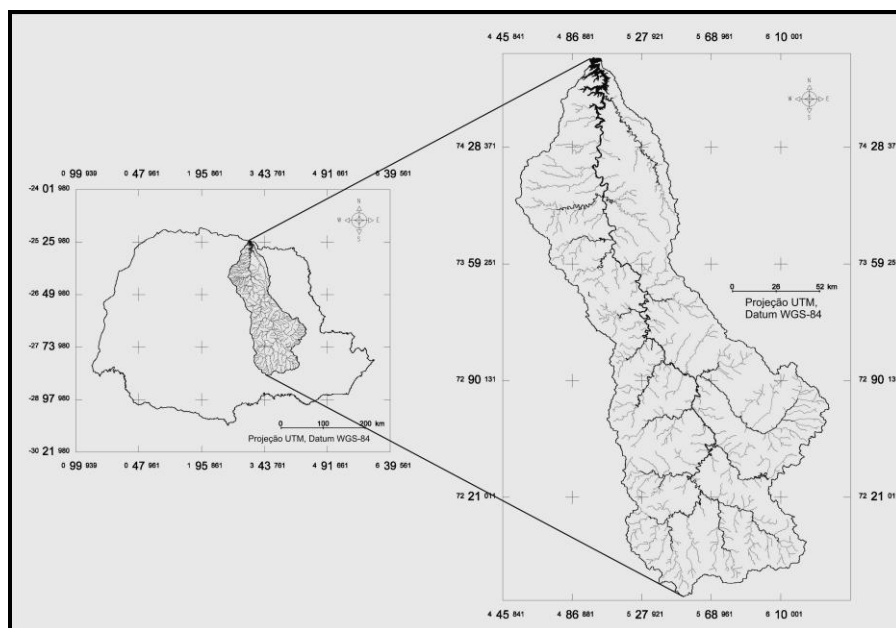
Para a quantificação do IQA, alguns parâmetros que representam as características físico-químicas e biológicas, consideradas mais significativas para a qualidade da água, foram estabelecidos pela *National Sanitation Foundation* (NSF).

Estes incluem oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais (IGAM, 2001). Os parâmetros utilizados para compor o IQA visam, principalmente, verificar o impacto das fontes de poluição e avaliar se a qualidade da água é adequada ao uso que se faz dela ou ao uso pretendido. O IQA é um indicador de contaminação por esgotos domésticos e efluentes industriais. Esse índice é útil para determinação de níveis de qualidade, visando-se sua utilização pela população humana, entretanto, não contempla outros usos como proteção das comunidades aquáticas, da manutenção da biodiversidade e da integridade do corpo hídrico (PINHEIRO et al., 2008).

Este trabalho objetivou a determinação do IQA, da bacia hidrográfica do Tibagi, através da criação de um banco de dados georreferenciados para monitoramento da variação da qualidade da água entre os anos de 1987 e 2007.

## **MATERIAL E MÉTODO**

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Tibagi (BHT), localizada na porção leste do estado do Paraná (Figura 1), no segundo planalto paranaense. O rio Tibagi, principal afluente do Paranapanema, nasce no sul do estado do Paraná, na Região Sul do Brasil, a cerca de 1060 m de altitude, na região dos Campos Gerais. Tem sua foz na usina hidrelétrica de Capivara a 298 metros de altitude (MEDRI et al., 2002; MAACK, 2002).



**Figura 1:** Localização da bacia do Tibagi no estado do Paraná.  
Elaborado pelos autores (2009).

## Dados Cartográficos

Os dados cartográficos utilizados foram as cartas topográficas na SF-22-Y-B, SF-22-Y-D, SF-22-V-B, SF-22-Z-A, SF-22-Z-C, SF-22-X-A e SF-22-X-C, escala de 1:250.000 adquiridas pela Fundação de Apoio à Educação, Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (FUNTEF), através de convênio de Pesquisa e Desenvolvimento com a Companhia Paranaense de Energia: Geração e Transmissão LTDA.(COPEL).

## Dados Hidrológicos

Para a elaboração do IQA foram utilizados dados provenientes do Sistema de Informações Hidrológicas – *HidroWeb*, da Agência Nacional De Águas (BRASIL, 2008) e dados disponibilizados pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Estado do Paraná (SUDERHSA),

num total de 11 estações com dados de qualidade da água. As estações receberam um código (AD) a ser utilizado neste artigo referindo-se ao rio principal. As localizadas no rio Tibagi foram denominadas, sequencialmente de montante para jusante, de t1 a t7. As estações localizadas nos afluentes do rio Tibagi foram denominadas, seqüencialmente de a1 a a4 (Quadro 1).

**Quadro1:** Estações fluviométricas utilizadas para a elaboração do IQA

AD	Código	Nome	Altitude	Município	Rio
a1	64460000	Bom Jardim	750	Tibagi	Capivari
a2	64477600	Chácara Cachoeira	970	Castro	Iapó
a3	64507100	Captção SAMAE	395	Ibiporã	Rib.Jacutinga
a4	64508500	Ponte Preta	370	Uraí	Congonhas
t1	64444000	Uvaia	975	Ponta Grossa	Tibagi
t2	64447000	Eng. Rosaldo Leitão	780	Ponta Grossa	Tibagi
t3	64465000	Tibagi	750	Tibagi	Tibagi
t4	64482000	Telêmaco Borba	637	Telêmaco Borba	Tibagi
t5	64491000	Barra Ribeirão das Antas	512	Curiúva	Tibagi
t6	64501000	Porto Londrina	400	Londrina	Tibagi
t7	64507000	Jataizinho	336	Jataizinho	Tibagi

Fonte: Adaptado de HidroWeb (BRASIL, 2008)

## Aplicativos

Foram utilizados os aplicativos Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) versão 5 (CAMARA et al., 1999) e *Microsoft Access*.

## Aquisição de Dados Cartográficos

Após a digitalização das cartas, foram criados elementos temáticos de drenagem e delimitada a bacia hidrográfica, de acordo com a metodologia proposta por Granell-Pérez (2001). A delimitação da bacia foi realizada considerando as linhas e pontos cumeados, com base no plano de informação grade altimétrica *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), adaptada para o sistema de referência oficial brasileiro por Weber et al. (2004) da base cartográfica digital. Posteriormente,

foram delimitadas as áreas de drenagem (AD) das estações fluviométricas, considerando para as estações dos afluentes, toda a bacia de drenagem, tendo como ponto coletor final a localização da estação fluviométrica. Para as estações do rio Tibagi, foi considerada toda a área de drenagem desde a estação anterior.

## **Cálculo do Índice de Qualidade da Água**

Utilizou-se para classificação da qualidade da água a metodologia do cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos. Os dados de todos os parâmetros, para cada estação, dentro do período de estudo, foram reunidos em um banco de dados do *MS Access*, onde foram montadas as equações para calcular o IQA, conforme proposto pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2001; CETESB, 2001).

Existem duas variantes da metodologia para o cálculo do IQA, uma, aditiva, considerando a soma dos parâmetros multiplicados pelo peso e a outra, multiplicativa, considerando o produto ponderado da qualidade de cada parâmetro (Equação 1). Tanto o IGAM quanto a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) adotam o IQA multiplicativo. É considerada a curva média de variação de cada um dos parâmetros definidos (Figura 2), sendo atribuído um peso, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA (Tabela 1).

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

Em que:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variável de 0 a 100;

$q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$  obtido através da curva média específica de qualidade;

$w_i$  = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade. Cujos valores são apresentados na Tabela 1 para os nove parâmetros. A soma dos pesos é igual a 1.

**Tabela 1:** Pesos atribuídos às variáveis do IQA

<b>Parâmetro</b>	<b>Peso – wi</b>
OD (% OD saturado)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,15
pH	0,12
DBO (mg/L)	0,10
Nitrogênio (mg/L)	0,10
Fosfatos (mg/L PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	0,10
Variação na temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

Fonte: CETESB (2001)

No cálculo original do IQA pela *National Sanitation Foundation* (NFS) dos Estados Unidos, considerava-se o nitrogênio na forma de nitrato. No entanto, a CETESB (2001) realizou uma adaptação desse índice para nitrogênio, pois os rios se mostram comprometidos por esgotos domésticos, que são ricos em outras formas de nitrogênio, tais como nitrogênio orgânico e amoniacal. A equiparação qualitativa dos valores é representada por cores (Quadro 2) pelo IGAM, mantendo-se a classificação sugerida pelo NFS, e a CETESB, que adaptou o IQA, utiliza outra forma de classificação por cores.

No *Microsoft Access*, os dados foram organizados em uma tabela nomeada Dados. Foi montada uma consulta, e através de um algoritmo, foi calculado o *qi* de cada parâmetro armazenando em um campo nomeado da consulta. Foram testadas as metodologias utilizadas pela CETESB e pelo IGAM, optando-se pelo algoritmo de cada metodologia que melhor representasse a curva de qualidade do parâmetro. Para os parâmetros turbidez e OD foi utilizado o algoritmo proposto pela CETESB (2001); para os parâmetros coliformes, pH, DBO, nitrogênio, fosfato e sólidos totais foi utilizado o algoritmo proposto pelo IGAM (2001).

A temperatura é considerada, por ambas as aplicações, como estável, tendo o valor do  $q_i$  definido em 93. Por fim, foi utilizado o valor calculado do  $q_i$ , armazenado nos campos nomeados para determinar o IQA, por sua vez armazenado no campo nomeado de IQA (Quadro 3).

**Quadro 2:** Cores e valores a serem utilizados na representação da qualidade da água

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

Fonte: IGAM (2001).

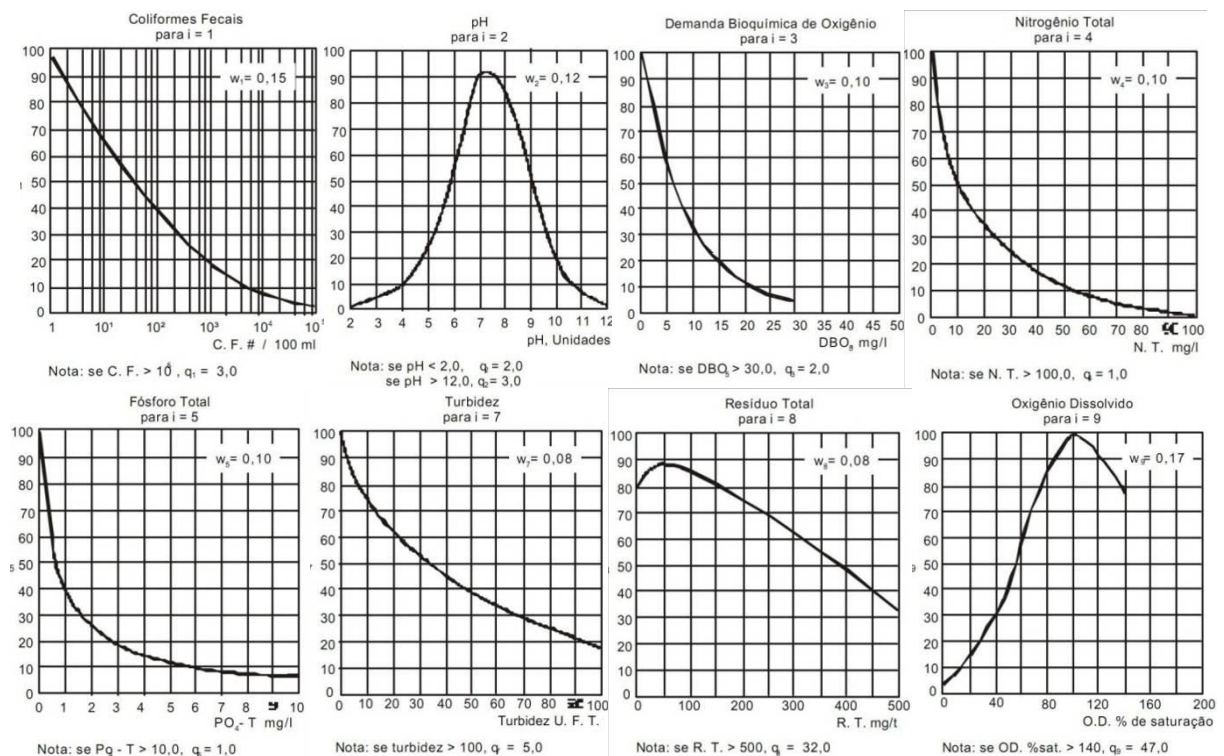


Figura 2 - Gráficos das curvas de valoração.  
Fonte: CETESB (2001)



**Quadro 3: Fórmula em *Visual Basic* para cálculo do *qi* e IQA no programa Access**

**CS:** Seimed ([Dados]![TEMP AGUA] É nulo; "nulo"; Seimed ([Dados]![OD] É nulo; "nulo"; 14,62-0,3898\*[Dados]![TEMP AGUA]+0,006969\*[Dados]![TEMP AGUA]^2-0,00005896\*[Dados]![TEMP AGUA]^3\*(1-0,0000228675\*[Est\_Tbg\_SB]![altitude])^5,167))

**OD%:** ([Dados]![OD]\*100)/[CS]

**OD:** Seimed ([OD%] É nulo; "nulo"; Seimed ([OD%]>140; 50; Seimed ([OD%]>100; 3+2,9\*[OD%] - 0,02496 \* [OD%]^2+5,60919\*0,00001\*[OD%]^3; Seimed ([OD%]>85; 3+3,7745\*[OD%]^0,704889; Seimed ([OD%]>50; 3-1,166\*[OD%]+0,058\*[OD%]^2-3,803435\*0,0001\*[OD%]^3; 3+0,34\*[OD%]+0,008095\*[OD%]^2+1,35252\*0,00001 \* [OD%]^3))))

**CF:** Seimed ([Dados]![colif fecais]É nulo; "nulo"; Seimed ([Dados]![colif fecais]<1; 100; Seimed ([Dados]![colif fecais]<=(10^5); 98,24034-34,7145\*(LOG([Dados]![colif fecais])/log(10))+2,614267\*(LOG([Dados]![colif fecais]) /log(10))^2+0,107821 \*(LOG([Dados]![colif fecais])/log(10))^3; 3)))

**pH:** Seimed ([Dados]![PH]É nulo; "nulo"; Seimed ([Dados]![PH]>12; 2; Seimed ([Dados]![PH]>7,1; - 7698,19 +3262,031\*[Dados]![PH]-499,494\*[Dados]![PH]^2+33,1551\*[Dados]![PH]^3-0,810613\*[Dados]![PH]^4; Seimed ([Dados]![PH]>6,8; -4,69365-21,4593\*[Dados]![PH]-68,4561\*[Dados]![PH]^2+21,638886\*[Dados]![PH]^3-1,59165\* [Dados]![PH]^4; Seimed ([Dados]![PH]>2; -37,1085+41,91277\*[Dados]![PH]-15,7043 \*[Dados]![PH]^2+2,417486 \*[Dados]![PH]^3-0,091252\*[Dados]![PH]^4; 2))))

**DBO5:** Seimed ([Dados]![DBO]É nulo; "nulo"; Seimed ([Dados]![DBO]>30; 2; 100,9571-10,7121 \*[Dados]![DBO] +0,49544 \*[Dados]![DBO]^2-0,011167\*[Dados]![DBO]^3+0,0001\*[Dados]![DBO]^4))

**NT:** SEIMED ([Dados]![NitrogenioTotal]É nulo; "nulo"; SEIMED ([Dados]![NitrogenioTotal]>90; 1; Seimed ([Dados]![NitrogenioTotal]>60; 1000000000\*([Dados]![NitrogenioTotal])^-5,1161; Seimed ([Dados]![NitrogenioTotal]>10; -22,853\*(Log([Dados]![NitrogenioTotal]))+101,18; - 5,1\*[Dados]![NitrogenioTotal]+100,17))))

**PO:** Seimed ([Dados]![FosfatoTotal]É Nulo; 100; Seimed ([Dados]![FosfatoTotal]>=10; 5; 79,7 \*([Dados]![FosfatoTotal] +0,821)^-1,15))

**TU:** Seimed ([Dados]![TURBIDEZ]É nulo; "nulo"; Seimed ([Dados]![TURBIDEZ]>100; 5; Seimed ([Dados]![TURBIDEZ]>25; 84,76\*(EXP(-0,016206\*[Dados]![TURBIDEZ])); 100,17-(2,67 \*[Dados]![TURBIDEZ] +0,03775 \*([Dados]![TURBIDEZ]^2))))

**ST:** Seimed ([Dados]![SolTotais]É nulo; "nulo"; Seimed ([Dados]![SolTotais]>500; 30; 133,17 \*(2,71828182845904)^(-0,0027 \*[Dados]![SolTotais])-53,17\*(2,71828182845904)^(-0,0141\*[Dados]![SolTotais]) + ((-6,2\*(2,71828182845904)^(-0,00462\*[Dados]![SolTotais]))\*Sin(0,0146\*[Dados]![SolTotais]))))

**IQA:**

([OD]^0,17)\*(93^0,10)\*([CF]^0,15)\*([pH]^0,12)\*([DBO5]^0,10)\*([NT]^0,10)\*([PO]^0,10)\*([TU]^0,08)\*([ST]^0,08)



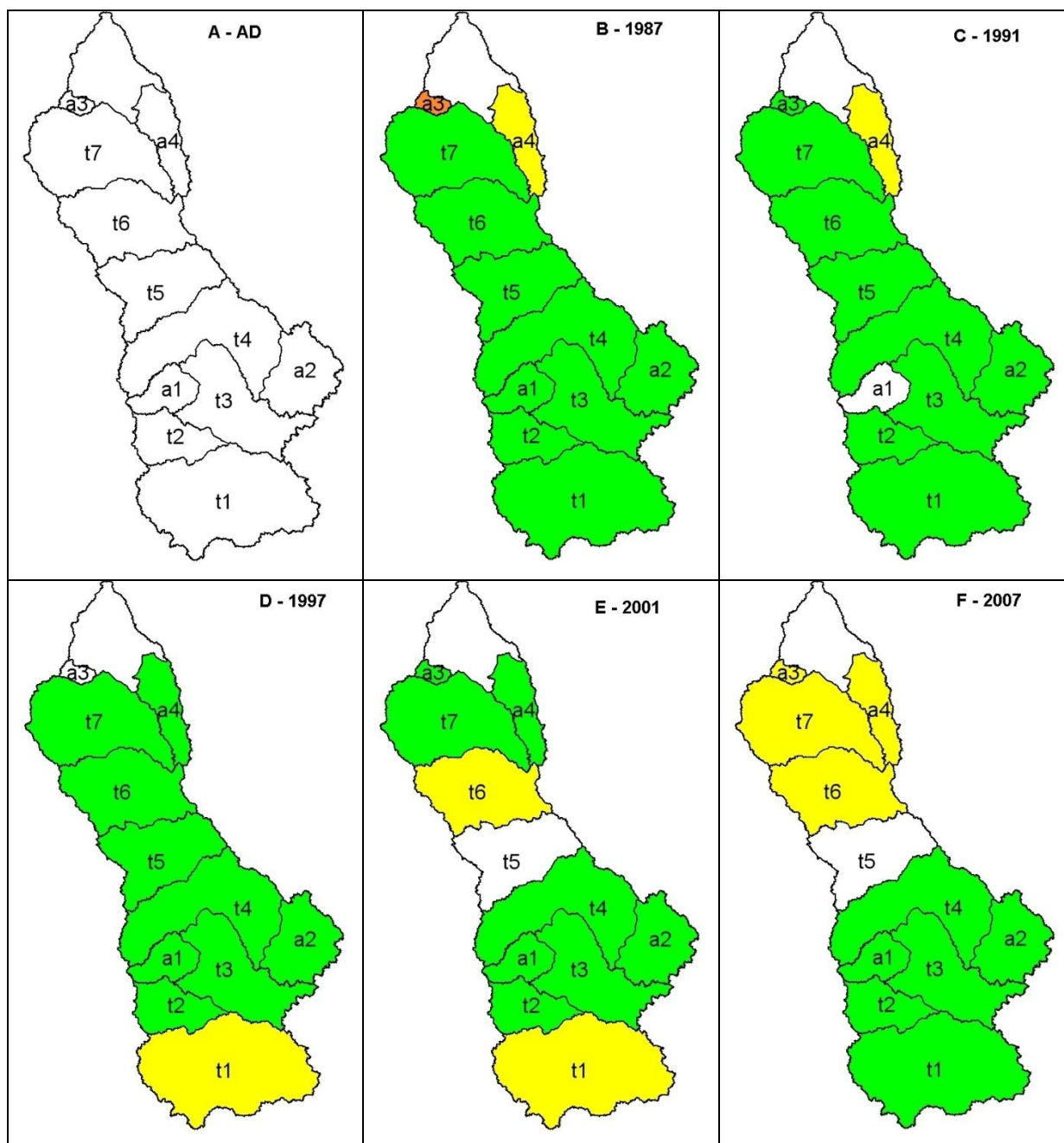
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os IQAs são úteis para sintetizar informações sobre vários parâmetros físico-químicos, servindo de orientação a ações de gestão da qualidade da água. Ao desenvolver o trabalho, foi verificado que algumas das estações não apresentavam dados para todo o período. Como tinham dados para alguns dos anos e a intenção era atingir o máximo da área da bacia hidrográfica do Tibagi, optou-se por não descartar essas estações e utilizar os dados mesmo com essa restrição (Tabela 2).

Os valores do IQA, na sua expressão qualitativa (Quadro 2), podem ser representadas espacialmente na forma de mapas (Figura 3) e confrontados com quaisquer aspectos físicos, biológicos, sociais e econômicos disponíveis, orientando na elaboração de um diagnóstico das áreas de drenagem dos trechos (AD), a ser utilizado para planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos da BHT.

**Tabela 2:** IQA médio das áreas de drenagem (AD) por período

AD	1987	1991	1997	2001	2007
a1	82	-	89	86	89
a2	70	70	72	72	75
a3	47	71	-	75	69
a4	61	69	74	74	62
t1	73	72	64	66	75
t2	74	76	75	80	73
t3	75	81	70	78	79
t4	84	80	74	87	86
t5	76	79	73	-	-
t6	79	81	78	62	51
t7	72	73	73	83	68



**Figura 3:** Representação qualitativa das áreas de drenagem dos trechos(AD) da BHT por período. A) Divisão das AD B) IQA de 1987, C) IQA de 1991, D) IQA de 1997, D) IQA de 2001 e F) IQA de 2007  
 Nível de Qualidade: **Bom** **Médio** **Ruim**  Sem dados.  
 Elaborado pelos autores (2009).

A estação Bom Jardim (64460000), localizada no rio Capivari, município Tibagi (PR), a 750 m de altitude, receptora da área de drenagem a1, apresenta, em

uma avaliação inicial, pouca variação no valor do IQA, sendo o menor valor para o ano de 1987 (82) e o maior em 1997 (89). É uma das estações que não tem dados para o ano de 1991. Mesmo com variações quantitativas do IQA, a classificação qualitativa manteve-se, em todo o período, no nível de qualidade Bom (Figura 3).

Na área de drenagem a2, estação Chácara Cachoeira (644776000), no rio Iapó, município de Castro (PR), a 970 metros de altitude é possível verificar que os valores do IQA são progressivos e estáveis. Houve aumento contínuo dos valores de IQA ao longo dos cinco anos de estudo (70; 70; 72; 72 e 75), mas mantendo-se na mesma faixa qualitativa: Bom (Figura 3). Essa estabilidade pode ser associada às atividades econômicas em agropecuária desta área de drenagem (AD), que se manteve a mesma ao longo do período.

A estação Captação SAMAE, a3, no ribeirão Jacutinga, município de Ibiporã (PR), está localizado a 295 metros de altitude e recebe drenagem também do município de Cambé (PR). Apresenta no ano de 1987 o pior valor de IQA de todo o período para todas as estações (47 - Ruim), com o IQA do período seguinte apresentando aumento de mais de 20 pontos (71 - Bom). Para o ano de 1997 o IQA não pode ser calculado, o de 2001 apresenta valor um pouco mais alto (74 - Bom). O ano de 2007 apresenta um decréscimo, no indicador quantitativo e no qualitativo (69 – Médio) (Figura 3).

Tendo sua área de drenagem sob a influência dos municípios de Uraí, Cornélio Procópio, Nova América da Colina, Nova Fátima, Sebastião da Amoreira, Santo Antonio do Paraíso e Congonhas, a estação Ponte Preta, a4, em Uraí, no rio Congonhas, com altitude de 370 metros, obteve IQA Médio para 3 dos 5 anos de estudo, 1987 (61), 1991 (69) e 2007 (62). Os anos de 1997 e 2001 apresentaram valor Bom e estável (74 e 74).

As estações a3 e a4 posicionadas nos afluentes do Tibagi foram as que

apresentaram os piores valores quantitativos de IQA, enquanto que as estações a1 e a2 apresentaram melhores valores (Figura 3). Se fosse considerado o IQA médio para o período, as estações a1 (87) e a2 (72) teriam IQA Bom, e as estações a3 (66) e a4 (68) teriam IQA Médio. Considerando a localização espacial pode-se dizer que as estações localizadas em afluentes mais próximos à foz do rio Tibagi apresentaram pior resultado de IQA do que as estações da cabeceira da BHT. Se for considerado o uso e ocupação do solo nessas regiões de cabeceira e de foz foi verificado que na foz encontra-se a maior área urbana (região de Londrina) com ampla ocupação humana. Fora da região urbana, a atividade preponderante é a agricultura. Na região da cabeceira do rio Tibagi a concentração urbana é bem menor e a agricultura divide o espaço com a silvicultura.

Das outras sete estações que estão localizadas no rio Tibagi, as estações t1 (975 m), t2 (780 m), t3 (750 m) e t4 (637 m) estão localizadas no alto Tibagi. Dessas, apenas a t1, Uvaia, no município de Ponta Grossa (PR), apresentou IQA qualitativo diferente de bom para todos os anos. Nessa estação, nos anos de 1997 (64) e 2001 (66) o IQA foi Médio (Figura 3). O que a área de drenagem dessa estação apresenta de diferente das outras três é estar sob a influência da segunda maior área urbana da bacia, Ponta Grossa. Provavelmente, a causa dessa variação no IQA seja o atraso na implantação de redes coletoras de esgoto sanitário ou de estações de tratamento de esgoto em relação ao crescimento demográfico, pois, se a variação no IQA fosse devido apenas ao crescimento urbano/industrial, o valor para 2007 ainda estaria em queda.

Na estação t5, Barra Ribeirão das Antas, em Curiúva, com 512 metros de altitude, na porção média do Tibagi, existe disponibilidade de dados para calcular o IQA apenas para os três anos iniciais, 1987 (76), 1991 (79) e 1997 (73), que tem o índice Bom. Devido à falta de dados, é complicado definir um padrão para esta estação, mas pode existir nos anos faltantes, a mesma tendência da t4 (Bom) quanto da t6 (Médio) (Figura 3).

As estações t6, Jataizinho com 400 metros de altitude e t7, Porto Londrina, com 336 metros de altitude, tem sua área de drenagem sob a influência das maiores áreas urbanas da BHT. Talvez essa influência explique o IQA ter passado de Bom para Médio em 2001 (61,67) e 2007 (50,77) para t6 e 2007 (67,72) para t7 (Figura 3).

As variações qualitativas das áreas de drenagem ao longo do estudo podem ser verificadas na Figura 3, onde pode ser percebido que, de maneira geral, existe uma degradação do IQA da BHT ao longo do tempo. Ao considerar os valores médios de IQA para toda a bacia, o IQA seria 72 para 1987, 75 para 1991, 74 para 1997, 76 para 2001 e 73 para 2007. Sendo o pior resultado o do ano de 1987, mas não muito menor que o valor de 2007. Mas, quando é considerado o valor qualitativo, o resultado é Bom.

Ao considerar apenas o último ano, 2007, as estações que apresentam valores inferiores a 70, com IQA qualitativo Médio, estas são as estações posicionadas no baixo Tibagi (a3, a4, t6 e t7) o que pode estar relacionado, tanto à urbanização do baixo Tibagi, quanto ao uso intensivo do solo.

## **CONCLUSÕES**

Com a metodologia utilizada neste trabalho foi possível verificar a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Tibagi (BHT). Esse índice pode ser utilizado em outros estudos, tendo por objeto a BHT.

A divisão da BHT em áreas de drenagem (AD) permitiu delimitar as áreas de contribuição do trecho para o resultado do IQA. Os resultados do Índice de Qualidade da Água (IQA), para as diversas AD, apresentaram acentuadas variações tanto no âmbito espacial quanto temporal. Para três dos cinco anos estudados,

1987, 1991 e 2007, existe uma tendência de distribuição espacial do IQA qualificado: melhor qualidade para a região superior da bacia e pior para a região inferior. Esse padrão tem um destaque, muito claro, no último ano de estudo, quando a BHT fica dividida, claramente, em duas áreas distintas definidas pelo IQA. Esse padrão não ocorre nos anos de 1997 e 2001, quando a AD t1 teve destaque negativo, apresentando IQA inferior aos outros anos.

Os resultados encontrados sugerem a existência de algum fator, ou fatores, interferindo no IQA da BHT, que não foram identificados neste trabalho devido ao seu escopo. Recomendamos, então, que sejam realizados outros estudos na área da BHT, relacionando o IQA, por exemplo, ao uso do solo, à urbanização e à transformação sócio-econômica da bacia.

## REFERÊNCIAS

BATE, G.; SMAILES, P.; ADAMS, J. A water quality index for use with diatoms in the assessment of rivers. **Water SA**, Port Elizabeth, v. 30, n. 4, p.493-498, oct. 2004. Disponível em: <<http://www.wrc.org.za>>. Acesso em: 01 dez. 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Hidroweb**: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 15 dez. 2008.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M., FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, São José dos Campos, v. 20, n. 3, p.395-403, feb. 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 16 dez. 2008.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2001**. Série de Relatórios. São Paulo: Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, 2001. 227 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes.asp>>. Acesso em: 25 nov. 2008.

GRANELL-PÉREZ, M. **Trabalhando Geografia com as cartas topográficas**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2001.

MINAS GERAIS (Estado). INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Sistema de Cálculo de Qualidade da Água (SCQA) - Estabelecimento das equações do índice de qualidade das águas (IQA) das águas interiores do Estado de São Paulo 2001**. Relatório 1 - PNMA II. Minas Gerais: Instituto Mineiro De Gestão Das Águas, 2001. Disponível em: <<http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas>>. Acesso em: 10 jul. de 2008.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: Mc Cópias, 2002.

PINHEIRO, M. R. C; SILVA, F. E; PRIOSTE, M. O; FERREIRA, M. I. P. Avaliação da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Macaé e Aplicação do Índice de Qualidade de Água. p. 51-63. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL-SUDESTE, 2., 2008, Rio de Janeiro, **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2008. CD-ROM.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C. J. S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre: UFRGS, Centro de Ecologia, 2004. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>>. Acesso em: 15 dez. 2008.

---

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Companhia Paranaense de Energia, Geração e Transmissão S.A. (COPEL), através do projeto de Pesquisa, do programa de PeD ANEEL, código 6491-036/2007, pelo apoio financeiro, e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo apoio administrativo e de infra-estrutura.

---

## RESUMO

Este estudo, desenvolvido na bacia hidrográfica do Tibagi (BHT) no estado do Paraná, teve o objetivo de determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA), baseado em dados de 11 estações fluviométricas, cadastradas na Agência Nacional de Águas, para os anos de 1987, 1991, 1997, 2001 e 2007. A bacia foi subdividida em 11 áreas de drenagem, cada uma com



uma estação fluviométrica como ponto mais baixo da drenagem. A metodologia usada pelo IGAM e CETESB, adaptada da metodologia desenvolvida pela *National Sanitation Foundation* em 1970, foi aplicada para os dados das estações a fim de determinar o IQA. A estação Captação SAMAE no município de Ibiporã, com acentuada concentração industrial em 1987 apresentou menor IQA (47). De acordo com a metodologia utilizada, essa estação foi considerada qualitativamente como ruim. O maior IQA (89) foi obtido na estação Bom Jardim, e classificado como bom. Essa sub-área não apresentou classificação menor em qualquer período. Os resultados obtidos sugeriram, no geral, estabilidade do IQA na BHT.

**Palavras-chave:** Qualidade da Água. Banco de Dados. Agência Nacional de Águas. Bacia Hidrográfica do Tibagi. Estações Fluviométricas. Monitoramento.

## ABSTRACT

This study, developed in Tibagi river basin (TRB) in the State of Paraná, had the goal of determine the Water Quality Index (WQI) based on data of 11 fluviometric stations, registered in the National Water Agency to the years of 1987, 1991, 1997, 2001 and 2007. The basin was divided into 11 areas of drainage, each one with a fluviometric station as the lowest point of the drainage. The methodology used by IGAM and CETESB, adapted from the methodology developed by National Sanitation Foundation in 1970, was applied to the data of the stations in order to determine the WQI. Captation SAMAE station in Jacutinga municipality, with high industrial concentration in 1987 presented the lowest WQI (47). According to the used methodology, this station was considered qualitatively as bad. The highest WQI (89) was obtained in Bom Jardim (a1) station, and classified as good. This sub-area did not present lower classification in any period. In general, the obtained results suggested stability of WQI in TRB.

**Key words:** Water Quality. Data Bank. National Water Agency. Tibagi River Basin. Fluviometric Stations. Monitoring.

---

## Informações sobre os autores:

[1] José Hilário Delconte Ferreira – <http://lattes.cnpq.br/5085571914463442>

Graduado em geografia pela Faculdade de Ciências e Letras de Campo Mourão (1990), especialista em Ciências Sociais pela Faculdade de ciências e letras Plínio Augusto do Amaral (1997) Mestre em Geografia (2000) e Doutor em Ciências Ambientais (2009) pelo PEA – Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais - UEM – Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790 - PEA - Bloco G90 CEP 87.020-900 – Maringá - PR – Brasil. Professor da Coordenação de Engenharia Ambiental (COAMB), UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Campo Mourão, Campo Mourão (PR) – Brasil.

Contato: [jferreira@utfpr.edu.br](mailto:jferreira@utfpr.edu.br)

[2] Márcia Aparecida de Oliveira – <http://lattes.cnpq.br/8553849256424559>

Graduada em Geografia pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (1999) e em Ciências Biológicas pela Faculdade Integrado de Campo Mourão (2005), especialista em Gestão Ambiental pela Faculdade de Ciências e Letras de Campo Mourão (2004) Mestre em Análise Ambiental – Geografia (2008) pela Universidade Estadual de

Maringá – UEM. Professora da Coordenação de Engenharia ambiental da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Campo Mourão.  
Contato: [moliveira@utfpr.edu.br](mailto:moliveira@utfpr.edu.br)

[3] Karina Querne de Carvalho – <http://lattes.cnpq.br/8055585859691419>  
Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Maringá (1997), Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (2002) e Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (2006). Professora da Coordenação de Engenharia ambiental da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Campo Mourão.  
Contato: [kaquerne@gmail.com](mailto:kaquerne@gmail.com)

[4] Rebeca Janina Delconte Ferreira – <http://lattes.cnpq.br/9083618060471065>  
Tecnóloga Ambiental e bolsista pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Campo Mourão (2007).  
Contato: [redelferrer@gmail.com](mailto:redelferrer@gmail.com)

[5] Paulo Sérgio Pereira – <http://lattes.cnpq.br/8171787943554687>  
Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (1993), especialista em Planejamento e Gestão de Negócios pela Faculdade Católica de Administração e Economia (2000). Engenheiro Civil da Companhia Paranaense de Energia – COPEL - DAGT- Departamento de Meio Ambiente Divisão de Estudos Ambientais.  
Contato: [paulo.pereira@copel.com](mailto:paulo.pereira@copel.com)

[6] Edvard Elias de Souza Filho – <http://lattes.cnpq.br/5063865829886617>  
Doutor em Geociências pela Universidade de São Paulo (1993). Professor Associado da Fundação Universidade Estadual de Maringá. UEM – Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia. Departamento de Geografia – GEMA.  
Contato: [edvardmarilia@wnet.com.br](mailto:edvardmarilia@wnet.com.br)