

***MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS RIOS
DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, NO PERÍODO
DE 1992 A 2005.***

Curitiba, 2005

GOVERNO DO PARANÁ
ROBERTO REQUIÃO DE MELLO E SILVA

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS
Luiz Eduardo Cheida – Secretário

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ
Lindisley Rasca Rodrigues – Diretor Presidente

DIRETORIA DE ESTUDOS E PADRÕES AMBIENTAIS
Engº Civil Celso Augusto Bittencourt

DEPARTAMENTO DE ANÁLISES LABORATORIAIS
Farmacêutica Bioquímica Deise Cristina Baggio
Técnicos do laboratório de físico química, absorção atômica e microbiologia

GEOPROCESSAMENTO
Engº Agrônomo Edson Elvécio Lemke Queluz

DEPARTAMENTO DE APOIO
Engº Agrícola Álvaro César Góes
Técnicos da Amostragem

DEPARTAMENTO DE PESQUISA E QUALIDADE - DPQ
Bíol. M.Sc. Maria Lúcia M. Biscaia de Medeiros
Bióloga Ana Márcia Altoé Nieweglowski
Bióloga Elenize M. de Ferrante Martins da Silva
Bióloga M. Sc. Leda Neiva Dias

CONSULTORIA
Engº Civil Dr. Harry Alberto Bollmann

Ficha Catalográfica

159 Instituto Ambiental do Paraná
Monitoramento da qualidade das águas dos rios da região metropolitana de Curitiba, no período de 2002 a 2005/ Instituto Ambiental do Paraná; Curitiba: IAP, 2005.
p. 79

Relatório – Instituto Ambiental do Paraná, DEPAM, DPQ.
Elaboração: Harry A. Bollmann, Ana Márcia A. Nieweglowski, Elenize M. de Ferrante M. da Silva, Leda Neiva Dias e M^a Lucia M. Biscaia de Medeiros.

1. Bacia do Alto Iguaçu. 2. Qualidade das águas 3. Avaliação integrada. I. Título. II. Bollman, Harry. III. Nieweglowski Ana Marcia A. IV. Silva, Elenize Motter F.M. da. V. Dias, Leda N. VI. M^a Lúcia M. B. de Medeiros.

REPIDISCA
3200

Impresso no Brasil
Disponível em: www.pr.gov.br/iap

PREFÁCIO

O Instituto Ambiental do Paraná – IAP tem por missão proteger, preservar, conservar, controlar e recuperar o patrimônio ambiental, buscando melhor qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável, com a participação da sociedade. Dentre as várias atividades desenvolvidas pelo IAP o monitoramento da qualidade da água tem grande relevância ambiental e representa a ação conjunta entre técnicos especialistas das áreas de limnologia, ecotoxicologia, amostragem e dos laboratórios de físico-química e bacteriologia.

A rede de monitoramento de qualidade de água no Estado do Paraná compreende cerca de 190 estações entre rios e reservatórios, sendo que os resultados do monitoramento dos reservatórios estão apresentados em outro relatório específico.

A apresentação dos dados dos rios da Região Metropolitana de Curitiba foi priorizada neste documento por ser esta a mais densamente ocupada e apresentar uma grande diversidade de impactos sobre a qualidade da água.

O presente diagnóstico demonstra que a qualidade de água dos rios da Região Metropolitana de Curitiba vem sofrendo o efeito da urbanização, demonstrando tendências de piora ou estabilidade dos níveis de comprometimento. Consideramos que o principal papel deste relatório é divulgar os diagnósticos de qualidade da água buscando o envolvimento da população através de ações de conscientização e educação ambiental, somadas às ações de controle preventivo e efetivo da poluição hídrica promovidas pelo Estado.

As ações prioritárias devem se voltar para as bacias de mananciais que ainda apresentam condições de recuperação da situação da qualidade da água. Estas ações, portanto, devem ser priorizadas nas bacias do Irai, Passaúna e Verde.

A implementação da Agência de Águas do Alto Iguaçu e Ribeira permitirá a integração das ações dos usuários para a gestão do uso da água, alcançando uma compatibilização de objetivos e metas, dentro da disponibilidade de recursos e condições de execução. De forma realista, devemos alocar recursos para obter resultados de melhoria da qualidade de água em áreas prioritárias como os mananciais. Através da Agência de Bacia, será efetivado um pacto entre os usuários da água, orquestrados pelo poder público, com uma visão descentralizada, democrática e participativa. Reconhecemos que a partir de então poderemos prever uma melhoria na gestão dos recursos hídricos das bacias da Região Metropolitana de Curitiba.

Eng. Agrônomo Lindsley da Silva Rasca Rodrigues
Diretor Presidente do IAP

APRESENTAÇÃO

Entre as principais atribuições da DEPAM – Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais estão a responsabilidade de monitorar, avaliar e classificar a qualidade das águas de rios e reservatórios do Estado do Paraná. Para tanto, esta diretoria mantém a execução de atividades que se iniciam com inspeções e medições de campo, coleta de amostras em várias estações de monitoramento, realização de ensaios laboratoriais, tabulação e a interpretação dos resultados.

O presente relatório traduz 13 anos de trabalhos de campo e laboratório, sintetizando uma sólida apresentação de resultados estatisticamente trabalhados pelo consultor Dr Harry Bollmann da PUC - PR.

Por acreditarmos que as ações de preservação e recuperação do meio ambiente somente serão efetivas com a participação conjunta do Estado e da sociedade, disponibilizamos os dados obtidos através do monitoramento dos rios da Região Metropolitana de Curitiba, procurando oferecer subsídios às entidades governamentais, não governamentais, acadêmicas e à população em geral, para que possam colaborar com a solução de conflitos do uso e preservação da qualidade e quantidade das águas na Região Metropolitana de Curitiba.

Celso Augusto Bittencourt
Diretor da DEPAM

Maria Lúcia Maranhão Biscaia de Medeiros
Chefe do DPQ

SUMÁRIO

Prefácio	iii
Apresentação	iv
1. INTRODUÇÃO	2
2 OBJETIVOS	4
3 MATERIAIS E MÉTODOS	5
3.1. MÉTODO DA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS (AIQA)	5
3.1.1. Estações de amostragem	8
3.1.2. Variáveis selecionadas para o monitoramento	19
3.1.3. Períodos de monitoramento	24
3.1.4. Definição das classes de qualidade das águas de acordo com níveis de comprometimento	24
3.2. MÉTODO DO ÍNDICE DE PRESERVAÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS (IPCA)	25
3.2.1. Estações de amostragem	26
3.2.2. Variáveis selecionadas para o monitoramento	27
3.2.3. Períodos de monitoramento	30
3.2.4. Definição das classes de qualidade das águas de acordo com níveis de comprometimento	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS CONSIDERANDO ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS, BACTERIOLÓGICOS E ECOTOXICOLÓGICOS (AIQA)	31
4.2. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO INDICADOR DE PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS (IPCA)	60
4.2.1. Subsistema 1 (Irai)	60
4.2.2. Subsistema 2 (Iguaçu)	65
4.2.3. Subsistema 3 (Afluentes do Iguaçu da margem direita)	66
4.3. COMENTÁRIOS SOBRE O USO DO AIQA E DO IPCA	70
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

1. INTRODUÇÃO

O IAP - Instituto Ambiental do Paraná efetua regularmente o monitoramento da qualidade das águas em bacias hidrográficas do Alto Iguaçu. As variáveis consideradas são relativas à aspectos de qualidade físico-química, bacteriológica e ecotoxicológica das águas. Estes resultados estão apresentados de forma unificada, pretendendo expandir o conceito de qualidade das águas, e permitir comparações espaciais e temporais entre os diversos sistemas existentes na Região Metropolitana de Curitiba.

Do ponto de vista estatístico, a integração entre dados físico-químicos, bacteriológicos e ecotoxicológicos também apresenta peculiaridades. O ferramental existente procura, de maneira exploratória, determinar através da análise multivariada, uma relação matemática entre as grandezas relacionadas. As variáveis apresentam boa correlação com a variável dependente, porém não se pode determinar componentes principais que expliquem adequadamente a variação dos dados. Isto pode ocorrer quando esta variação é representada por um conjunto grande de variáveis que individualmente não são significativas, mas em conjunto, apresentam boa correlação com a variável dependente.

Esta situação é comum na análise ambiental, em razão da complexidade dos fenômenos naturais que regem a qualidade das águas dos mananciais superficiais, e da existência de um grande número de interferentes, muitos dos quais são desconhecidos. Também, a busca por componentes principais reduz a dimensionalidade dos dados, o que acaba por restringir a amplitude da definição da qualidade das águas adotada. O que se quer, ao contrário, é aumentar o número de variáveis que contribuam para sua definição, usando-se todas as informações disponíveis.

Tanto o ambiente natural quanto o antrópico são extremamente complicados, envolvendo fenômenos variantes no tempo, não-lineares, com fases múltiplas, inter-relacionamentos e propriedades determinísticas e aleatórias. Configuram, portanto, sistemas complexos que tem sido freqüentemente decompostos e estudados em partes, cada qual segundo sua própria ótica. Este é o caso apresentado pelas aproximações físico-química, bacteriológica e ecotoxicológica, que procuram diagnosticar o *status quo* da qualidade das águas dos mananciais superficiais, utilizando cada um seus métodos investigativos próprios.

Tradicionalmente, os poluentes lançados direta ou indiretamente nos corpos d'água tem sido melhor reconhecidos por suas características físico-químicas. A noção clássica de contaminação envolve a presença de substâncias potencialmente nocivas nas águas, e a determinação da presença e concentração destes elementos tem sido fundamentada quase que exclusivamente em avaliações físico-químicas baseadas no reconhecimento de poluentes específicos em pontos amostrais determinados. Desconsidera-se, assim, o seu efeito nas comunidades aquáticas bem como a capacidade que os organismos vivos tem de atuar ativamente na manutenção do equilíbrio geral do ecossistema impactado.

Para contrapor a esta linha, alguns estudos puramente biológicos tentam identificar parâmetros que objetivam monitorar a integridade das populações envolvidas, através da análise do efeito combinado dos vários processos potencialmente prejudiciais sobre uma única espécie (bioindicador) ou sobre a estrutura das populações.

Para WEEKS (1981), o uso de indicadores biológicos para avaliar a qualidade das águas data do início do século na Europa e pouco depois na América, considerou-se

seriamente a hipótese de usar organismos aquáticos como indicadores de poluição, procurava-se então medir as conseqüências da poluição no equilíbrio das populações.

Esta mudança conceitual propiciou o desenvolvimento de critérios e padrões de qualidade (ou da alteração da sua qualidade) baseados em características biológicas do ecossistema que tem sido acessadas através de indicadores biológicos. Em contraposição ao caráter específico e limitado das abordagens físico-químicas, biocritérios são variáveis-resposta que tratam das conseqüências da poluição, integrando o efeito de vários poluentes no equilíbrio das populações, combinando diversas causas aos múltiplos efeitos observados nas comunidades aquáticas em sua organização ou fisiologia, permitindo-se acessar com maior abrangência a verdadeira significância ecológica das alterações da qualidade da água. Neste caso os testes de toxicidade aguda ou testes de toxicidade crônica são métodos aplicáveis na avaliação de amostras ambientais em laboratório. Assim como a anterior, esta aproximação também é limitada em sua utilidade uma vez que as variáveis monitoradas apenas procuram representar os efeitos dos processos impactantes na biota local, e não refletem o estado geral do ecossistema entendido como composto por elementos bióticos e abióticos.

Uma avaliação criteriosa da qualidade das águas requer uma estrutura metodológica que seja capaz de integrar variáveis representativas dos processos alteradores das suas condições estruturais, bem como das respostas à ação dos estímulos externos, que podem variar (em escala) do nível de espécie ao ecossistêmico. As abordagens baseadas em uma visão sistêmica da realidade tem procurado integrar aspectos físico-químicos e biológicos, estabelecendo métodos de investigação que combinem variáveis de causa e efeito através de estruturas multimétricas. Esta nova visão metodológica, longe de significar uma ruptura em relação aos processos tradicionais de monitoramento, procura integrar suas potencialidades. Utiliza, para isto, instrumentos matemáticos e estatísticos que possibilitem a agregação de informações de naturezas diversas, de modo que, quando ponderadas conjuntamente, possam refletir o estado geral do ecossistema.

Na verdade, todos os recursos empregados para materializar noções de qualidade são passíveis de críticas e reparos. Não há medida padrão que possa ser usada independentemente do tempo e do espaço e que possa ser compreendida da mesma maneira por todos sem que sejam suscitadas dúvidas sobre o instrumento que se está usando como indicador. Não se pode esquecer que os padrões de qualidade ambiental variam entre a cidade e o campo, entre regiões de diferentes países, entre cidades de um mesmo país, e entre áreas de uma mesma cidade. Isso porque a qualidade ambiental depende de processos nacionais, em nível urbano e rural, e de políticas adotadas em todas as esferas: federal, estadual ou municipal, pública ou privada.

Uma avaliação integrada (físico-química e biológica), portanto, vem a minimizar as incertezas relativas à qualidade das águas. A legislação brasileira - Resolução CONAMA 020/86 - em vigor até Marco de 2005, que tratava dos critérios de qualidade apresenta-se baseados quase exclusivamente em aspectos físico-químicos e bacteriológicos associados à determinação do Número Mais Provável de Coliformes Fecais e Totais - NMP. Esta lacuna foi preenchida com a edição da Resolução CONAMA 357/05 que considerou as investigações ecotoxicológicas como um dos critérios de qualidade da água, para avaliar os efeitos das substâncias tóxicas a organismos aquáticos.

Deste modo, procurar-se-á associar aos preceitos legais, critérios ecotoxicológicos desenvolvidos junto ao Instituto Ambiental do Paraná para adequar as águas superficiais aos preceitos de preservação das comunidades aquáticas através do uso de duas estruturas de avaliação: o método da Avaliação Integrada da Qualidade das Águas (AIQA) e do Índice de Preservação das Comunidades Aquáticas (IPCA).

A interpretação conjunta das variáveis físico-químicas, bacteriológicas e ecotoxicológicas expressam de forma mais adequada a qualidade das águas e permitem a discussão mais objetiva das decisões a tomar, ou o julgamento de ações já tomadas.

2. OBJETIVOS:

- aplicar dois modelos de avaliação integrada da qualidade das águas envolvendo tanto a presença de poluentes quanto o efeito destes nas comunidades aquáticas envolvidas, usando para isso as variáveis físico-químicas, bacteriológicas e ecotoxicológicas empregadas no monitoramento das águas dos rios da Região Metropolitana de Curitiba no período de 1992 a 2005;
- informar as autoridades, organizações governamentais e instituições públicas e privadas sobre a condição de qualidade das águas dos rios monitorados;
- fornecer ao poder público estadual e municipal informações relevantes para subsidiar a tomada de decisões na alocação de recursos visando a conservação e recuperação ambiental;
- promover a participação pública no monitoramento e conservação da qualidade das águas dos mananciais superficiais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MÉTODO DA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS (AIQA)

Para relacionar aspectos da qualidade das águas que não apresentam correlação óbvia, ou para os quais os métodos estatísticos são limitados, pode-se empregar alternativas metodológicas da Análise Multiobjetivo. Dentre elas, a Programação de Compromisso baseia-se em uma noção geométrica de “melhor”.

No método, são identificadas as soluções que estão mais próximas da solução ideal mediante o uso de uma medida de proximidade. Considera-se esta medida como sendo a distância que as separa uma dada solução da ideal. Esta solução ideal é definida como o vetor

$$f' = (f'_1, f'_2, \dots, f'_n)$$

sendo f'_i são as soluções do problema dado por:

$$\begin{aligned} & \text{Máx } [f_i(x)] \\ & \text{Sujeito a} \\ & x \in X \\ & i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

onde : x é o vetor de decisões;
 n é o número de critérios;
 X é o conjunto das soluções viáveis;
 f'_i é a função objetiva para o critério i .

Geralmente, não é possível obter a solução ideal, já que é difícil que exista um vetor de decisões x' que seja a solução comum a todos os n problemas. Porém, ela pode servir na avaliação das soluções alcançáveis.

A medida de proximidade usada é dada por:

$$L_s = \sum_{i=1}^n \{ \alpha_i^s [f'_i - f_i(x)]^s \}^{1/s}$$

onde : $1 \leq s \leq \infty$
 $\leq \leq \infty$

A solução de compromisso x'_s para um dado valor de s é tal que:

$$\begin{aligned} & \text{Min } [L_s(x) = L_s(x'_s)] \\ & \text{Sujeito a} \\ & x \in X \\ & \in \end{aligned}$$

Este problema é geralmente resolvido para um conjunto de pesos $\{ \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n \}$ e para $s = 1, 2, \dots, \infty$. Cada uma destas soluções representa uma postura diferente do

∞

decisor. Considerando o caso em que $\alpha_{q_i} = \alpha_{p_i} = \dots = \alpha_{f_i} = 1$ e fazendo $w = f'_i - f_i(x)$ a equação em L_s se transforma em:

$$L_s = \sum_{i=1}^n \{w^{s-1} [f'_i - f_i(x)]\}^{1/s}$$

Para $s = 1$, tem-se que $w^{s-1} = 1$, e a equação é transformada em:

$$L_s = L_1 = \sum_{i=1}^n [f'_i - f_i(x)]$$

Neste caso, todos os desvios em relação ao ideal tem igual peso na determinação de L_s . De modo similar, quando se considera $s = 2$, tem-se:

$$L_s = L_2 = \left\{ \sum_{i=1}^n w_i [f'_i - f_i(x)] \right\}^{1/2}$$

Nesta equação, cada desvio tem como peso sua própria magnitude. Na medida em que s aumenta, o maior desvio recebe mais importância, até que em $s = \infty$ observa-se que:

$$L_\infty = \text{Máx} [f'_i - f_i(x)]$$

∞

A escolha de s reflete a importância que o decisor atribui aos desvios máximos. Existe então um duplo esquema de pesos. O parâmetro s reflete a importância que tem os desvios máximos e o parâmetro α_i se refere à importância relativa do critério i . Ao resolver o problema para diferentes conjuntos destes parâmetros, estuda-se a sensibilidade das soluções. Pode-se definir ainda a função $S_i(D_i)$ com $D_i = f'_i - f_i(x)$ que normaliza os desvios no intervalo $[0,1]$, como:

$$S_i(D_i) = \frac{f'_i - f_i(x)}{f'_i - f''_i}$$

sendo f''_i dado por

$$\text{Min} [f_i(x)]$$

Sujeito a

$$x \in X$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Com esta transformação, uma solução de compromisso fica definida operacionalmente por:

$$L_s(x'_s) = \text{Min} \left\{ L_s(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i^s \left(\frac{f'_i - f_i(x)}{f'_i - f''_i} \right)^s \right\}^{1/s}$$

Quando as alternativas de solução estão discretizadas, pode-se aplicar a programação de compromisso definindo-se os valores f'_i como sendo os melhores valores no conjunto finito dos $f_i(x)$. Isto é, a solução ideal será formada pelo vetor dos melhores valores alcançados em cada critério na matriz de avaliação.

Da mesma maneira, o vetor dos piores valores na matriz de avaliação estará representando os valores de f_i . Com estes valores, e com os parâmetros α e s dados, calcula-se a distância de cada alternativa à solução como sendo a solução de compromisso.

O método de programação de compromisso é um método iterativo. Se o conjunto das soluções de compromisso permitir ao decisor escolher uma solução satisfatória, o algoritmo acaba. De outra forma, variam-se as soluções ideais, ou os pesos, e o algoritmo é processado novamente. Os métodos iterativos requerem um envolvimento considerável do decisor no processo de solução, com a vantagem de permitir que ele ganhe um bom entendimento da estrutura do problema.

Uma das razões para a escolha desta metodologia, é a premissa de que se possa comparar o ponto representativo do estado da qualidade das águas de um ou mais mananciais com um ponto ideal (E) inicialmente teorizado por Pareto (Figura 1). Em condições ideais de qualidade das água, o Ponto E é intangível, mas algumas combinações entre as variáveis podem ser consideradas no sentido de alterar o equilíbrio existente, aproximando-o progressivamente deste ponto ideal (UNESCO, 1987). No caso da Figura 1, pode-se observar que o Ponto A possui melhor qualidade geral das águas em ambos os aspectos por apresentar uma distância menor ao Ponto E do que os demais. Para os Pontos B e C, apesar de representarem semelhança físico-química, o Ponto C apresenta um pior desempenho ecotoxicológico, motivo pelo qual é o ponto mais distante do Ponto E.

O ponto mais significativo desta estratégia baseia-se na sua flexibilidade de adaptação às mais variadas situações de aplicação, podendo-se considerar tantas variáveis quantas forem necessárias para a adequada calibração do modelo construído. Para o caso dos rios da Região Metropolitana de Curitiba, o modelo foi expandido para a consideração de três dimensões analíticas: a da qualidade físico-química, a da qualidade bacteriológica e a da qualidade ecotoxicológica. O modelo da Figura 1 apresenta apenas duas destas dimensões apenas para facilitar a visualização da aplicação da metodologia.

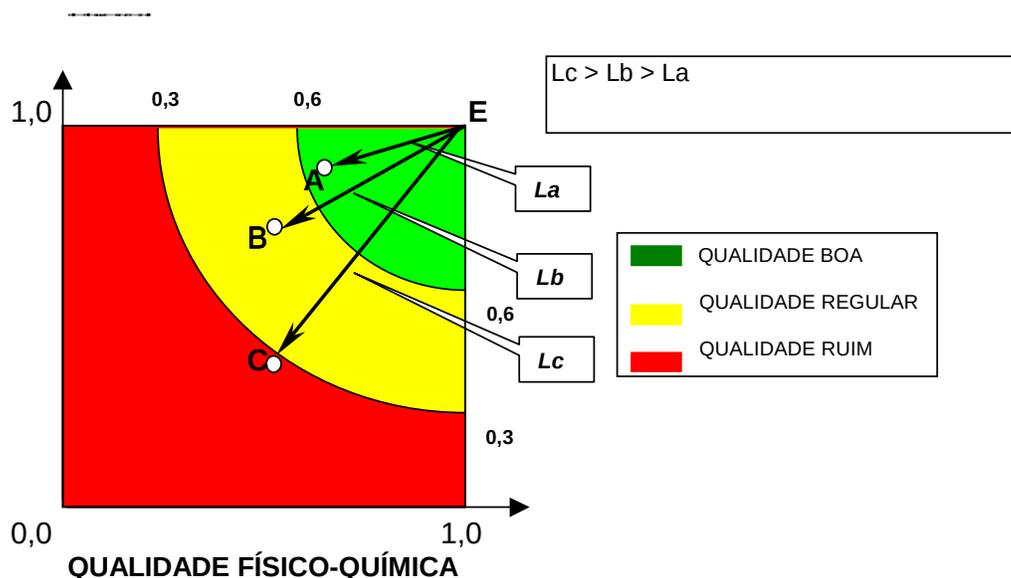


FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DA VARIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SOB OS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICO E ECOTOXICOLÓGICO.

3.1.1. Estações de amostragem

O IAP - Instituto Ambiental do Paraná, realiza a avaliação e classificação da qualidade das águas em rios das Bacias do Altíssimo Iguaçu, Região Metropolitana de Curitiba (Figura 2), através da análise de variáveis físico-químicas e bacteriológicas desde maio de 1991 (IAP, 1999a), e de toxicidade aguda para *Daphnia magna* desde 1992 (IAP, 1999b). Os 68 trechos de 40 rios monitorados, foram agrupados em 7 Subsistemas denominados como:

- **Subsistema 1** - Rio Irai, seus formadores e contribuintes;
- **Subsistema 2** - Rio Iguaçu, entre a estação de captação da SANEPAR na BR 277 e o Município de Porto Amazonas;
- **Subsistema 3** - Afluentes da margem direita do Rio Iguaçu, após a confluência deste com o Rio Irai, na BR 277;
- **Subsistema 4** - Afluentes da margem esquerda do Rio Iguaçu;
- **Subsistema 5**¹ - Rios Formadores das sub-bacias dos Rios Verde e Passaúna;
- **Subsistema 6** - Rios Formadores da sub-bacia do Rio Miringuava;
- **Subsistema 7**² - Rio Açungui, futuro manancial de abastecimento.

¹ A bacia Hidrográfica do Rio Verde originalmente pertencia ao Subsistema 3 (IAP, 1999a : IAP, 1999b), mas devido às condições de sua ocupação, que são mais próximas da realidade do Rio Passaúna, optou-se por requalificá-la, formando o Subsistema Verde-Passaúna.

² O Subsistema 7 apresenta apenas 1 ponto amostral (RB01). Embora alvo de esforços de monitoramento, em razão das poucas campanhas até o momento executadas, este ponto não foi considerado para avaliação.

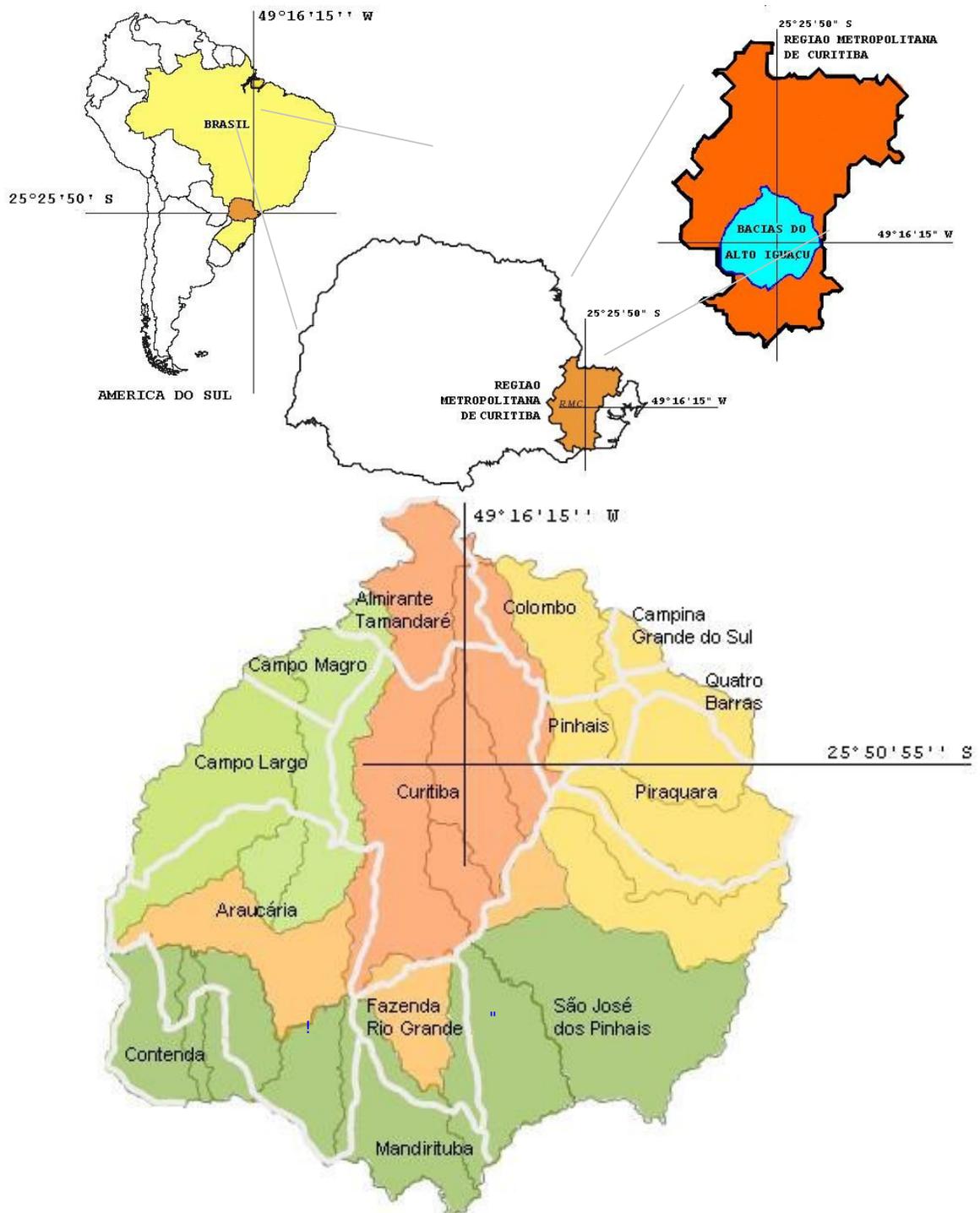


FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DOS SUBSISTEMAS DA REGIAO METROPOLITANA DE CURITIBA

As Tabelas de 1 a 6 apresentam, para os Subsistemas, a denominação e localização dos Pontos Amostrais, bem como a Classe proposta para os rios monitorados.

TABELA 1 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM EM RIOS DO SUBSISTEMA 1 E RESPECTIVAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO DE ACORDO COM A PORTARIA SUREHMA Nº 020/92

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SUREHMA
<u>SUBSISTEMA 1 – Rio Irai</u>				
AI01	Irai	Olaria do Estado	Piraquara	2
AI02	Timbu	Estrada da Graciosa	Quatro Barras	2
AI03	Palmital	Vargem Grande	Pinhais	2
AI16	Piraquara	Ponte. Rua Leopoldo Jacomel	Piraquara	2
AI17	Irai	Pinhais	Pinhais	2
AI18	Pequeno	Fazendinha	S. José dos Pinhais	2
AI22	Itaqui	Próximo à BR277	S. José dos Pinhais	2
AI39	Do Meio	Avenida Getúlio Vargas	Piraquara	2
AI40	Pequeno	BR277	S. José dos Pinhais	2
AI41	Piraquara	Estrada BR277/PR 415	Piraquara	2
AI42	Palmital	Próximo Parque Castelo Branco	Pinhais	2
AI43	Iraizinho	Próximo à Estrada de Ferro	Piraquara	2
AI44	Canguiri	Estrada da Graciosa	Colombo	2
AI45	Curralinho	Ponte Estrada Piraquara	Quatro Barras	2
AI46	Tumiri	Próximo à foz	Colombo	2
AI47	Cachoeira	Próximo à foz - São Sebastião	Colombo	2
AI48	Itaqui	Próximo à foz	S. José dos Pinhais	2
AI49	Do Meio II	Próximo à foz no Iraizinho	Pinhais	2
AI71	Irai	Captação SANEPAR	Curitiba	2
AI72	Pequeno	Próximo à foz	S. José dos Pinhais	2
AI83	Cerrado	Estrada da Graciosa	Quatro Barras	2

Fonte: IAP (1999a)

TABELA 2 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM EM RIOS DO SUBSISTEMA 2 E RESPECTIVAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO DE ACORDO COM A PORTARIA SUREHMA Nº 020/92

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SUREHMA
<u>SUBSISTEMA 2 – Rio Iguacú</u>				
AI04	Iguaçu	Ponte BR-277	S. José dos Pinhais	2
AI13	Iguaçu	Porto Amazonas	Porto Amazonas	2
AI14	Iguaçu	Guajuvira	Araucária	2
AI20	Iguaçu	ETE – SANEPAR	Curitiba	2
AI24	Iguaçu	Umbarazinho	Curitiba	2
AI25	Iguaçu	Balsa Nova	Balsa Nova	2

Fonte: IAP (1999a)

TABELA 3 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM EM RIOS DO SUBSISTEMA 3 E RESPECTIVAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO DE ACORDO COM A PORTARIA SUREHMA Nº 020/92.

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SUREHMA
<u>SUBSISTEMA 3 – Afluentes da Margem Direita do Rio Iguacú</u>				
AI08	Atuba	Terminal Afonso Camargo	Curitiba	2
AI09	Padilha	Jardim Paranaense	Curitiba	2
AI10	Barigüi	Ponte da Cachimba	Curitiba	3
AI15	Belém	Rodolfo Bernardelli	Curitiba	3
AI19	Belém	Prado Velho	Curitiba	3
AI55	Atuba	Jusante Córrego Monjolo	Colombo	2
AI56	Belém	Montante Parque. S. Lourenço	Curitiba	2
AI57	Barigüi	Boichininga	Alm. Tamandaré	2
AI58	Barigüi	Manoel Ribas	Curitiba	2
AI59	Uvu	Foz	Curitiba	2
AI60	Barigüi	Conectora 5	Curitiba	3
AI61	Barigüi	Rua João Bettega - Jusante CIC	Curitiba	3
AI62	Bacacheri	Parque Bacacheri	Curitiba	2
AI63	Bacacheri	Jusante BR 116	Curitiba	2
AI64	Água Verde	Foz	Curitiba	2
AI65	Ivo	Foz	Curitiba	2
AI66	Vila Fany	Foz	Curitiba	2
AI67	Vila Parolin	Foz	Curitiba	2

Fonte: IAP (1999a)

TABELA 4 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM EM RIOS DO SUBSISTEMA 4 E RESPECTIVAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO DE ACORDO COM A PORTARIA SUREHMA Nº 020/92.

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SUREHMA
<u>SUBSISTEMA 4 – Afluentes da Margem Esquerda do Rio Iguacú</u>				
AI23	Maurício	Regis Bittencourt	Mandirituba	2
AI26	Despique	Campo da Vargem	S. Jose dos Pinhais	2
AI51	Cotia	Campo da Vargem	S. José dos Pinhais	2
AI52	dos Patos	Jusante do Ribeirão Curral	Mandirituba	2
AI53	Maurício	Jusante rio Botiatuva	Faz. Rio Grande	2
AI54	Faxinal	Foz no Rio Iguacu	Contenda	2

Fonte: IAP (1999a)

TABELA 5 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM EM RIOS DO SUBSISTEMA 5 E RESPECTIVAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO DE ACORDO COM A PORTARIA SUREHMA Nº 020/92 .

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SUREHMA
SUBSISTEMA 5 – Rios Verde e Passaúna				
AI11	Passauna	Campina das Pedras	Araucária	2
AI12	Verde	Rodeio	Balsa Nova	2
AI27	Passauna	Nascente	Alm. Tamandaré	2
AI28	Passauna	Montante Aterro Sanitário	Alm. Tamandaré	2
AI29	Passauna	Jusante Aterro Sanitário	Alm. Tamandaré	2
AI30	Passauna	Frigorífico Túlio	Curitiba	2
AI31	Cachoeirinha	Colônia Dom Pedro	Campo Largo	2
AI32	Passauna	BR-277	Campo Largo	2
AI33	Cachoeira	Jusante BR-277	Campo Largo	2
AI34	Sem Nome	Jusante Frigorífico Bacacheri	Campo Largo	2
AI35	Ferraria	Montante Cruz da Ferraria	Campo Largo	2
AI36	Passauna	Jusante barragem	Araucária	2
AI37	Passauna	Olaria Pioli	Araucária	2
AI68	Cambuí	PR 423 - Via Metropolitana 1	Campo Largo	3

Fonte: IAP (1999a)

TABELA 6 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM EM RIOS DO SUBSISTEMA 6 E RESPECTIVAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO DE ACORDO COM A PORTARIA SUREHMA NO 020/92 .

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SUREHMA
SUBSISTEMA 6 – Rio Miringuava				
AI07	Miringuava	Cachoeira	S. José dos Pinhais	2
AI38	Miringuava	Colônia Murici	S. José dos Pinhais	2
AI50	Miringuava-mirim	Largo da Raseira	S. José dos Pinhais	2

Fonte: IAP (1999a)

As Figuras 3 a 8 ilustram a localização dos pontos amostrais considerados para o caso dos Subsistemas de 1 a 6. Os pontos amostrais foram localizados através de suas coordenadas geográficas, determinadas em campo, e representadas sobre uma imagem de satélite LANDSAT 5 (30 x 30 metros) geo-referenciada. A imagem foi apresentada em tons de cinza para permitir uma melhor visualização da posição dos pontos amostrais, dos corpos d'água monitorados bem como de suas respectivas áreas de drenagem.

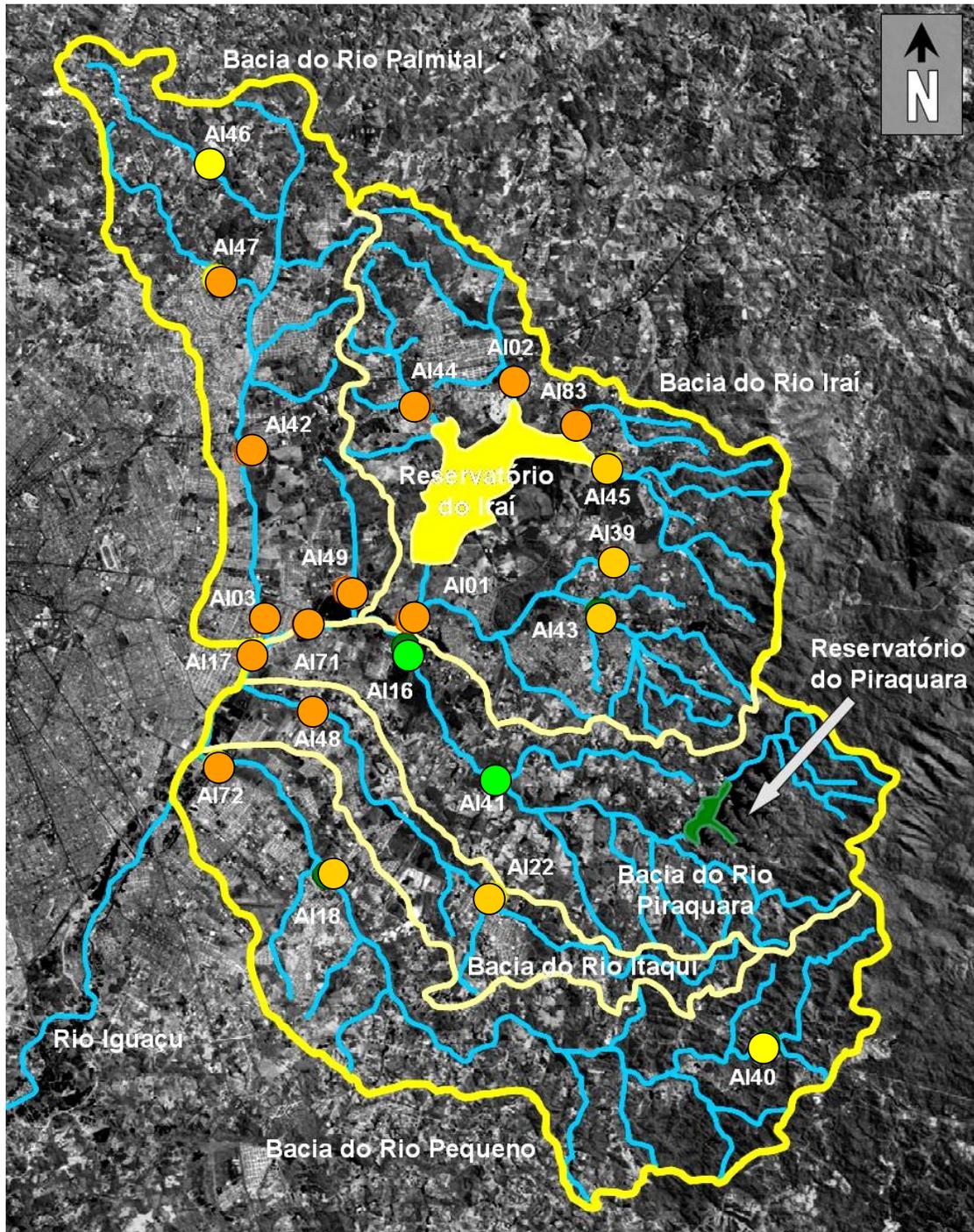


FIGURA 3 – SUBSISTEMA 1 - RIO IRAÍ

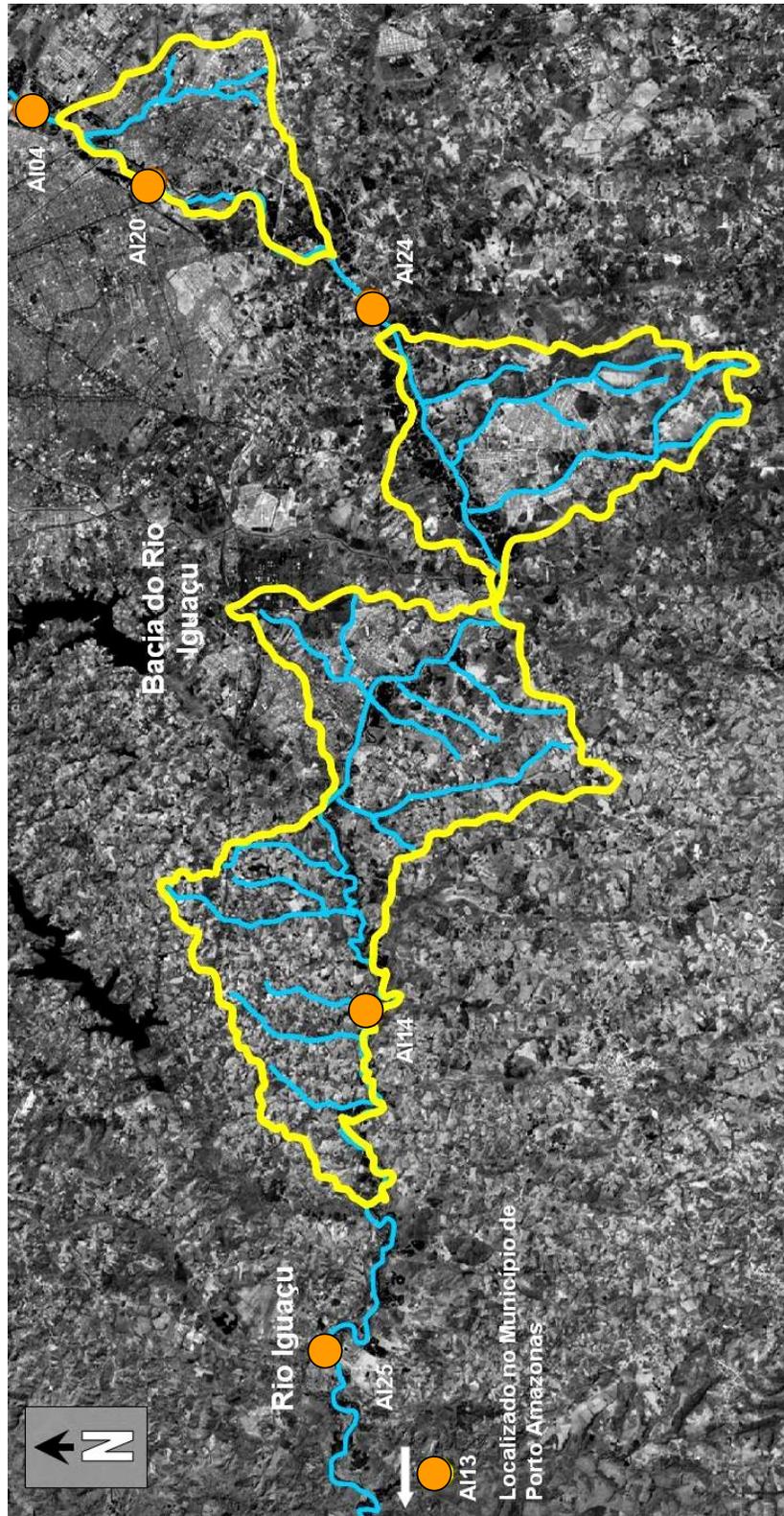


FIGURA 4 – SUBSISTEMA 2 - RIO IGUAÇU ENTRE A ETA SANEPAR NA BR 277 E PORTO AMAZONAS

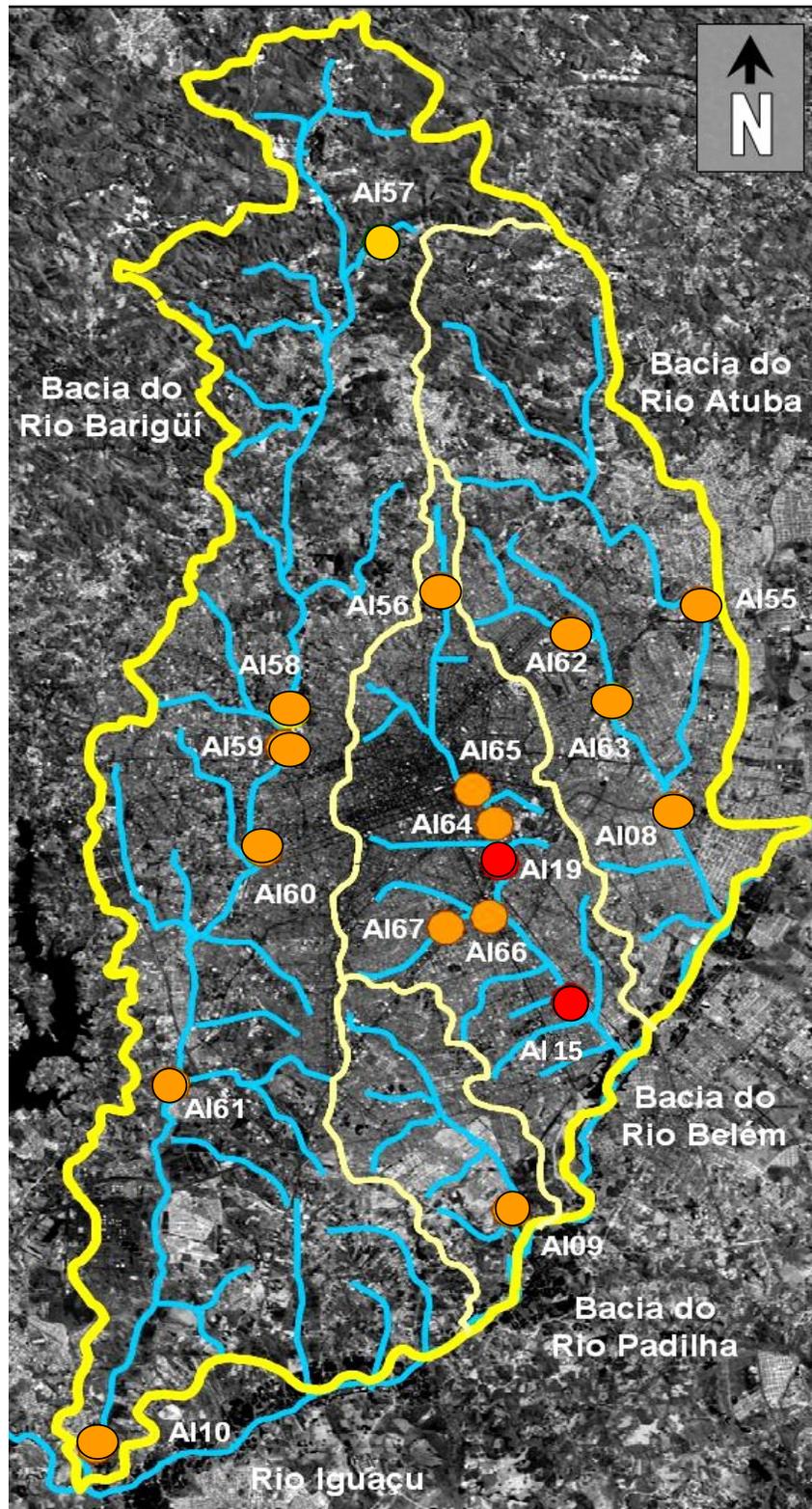


FIGURA 5 – SUBSISTEMA 3 – AFLUENTES DO IGUAÇÚ DA MARGEM DIREITA APÓS A ENTRADA DO RIO IRAÍ .

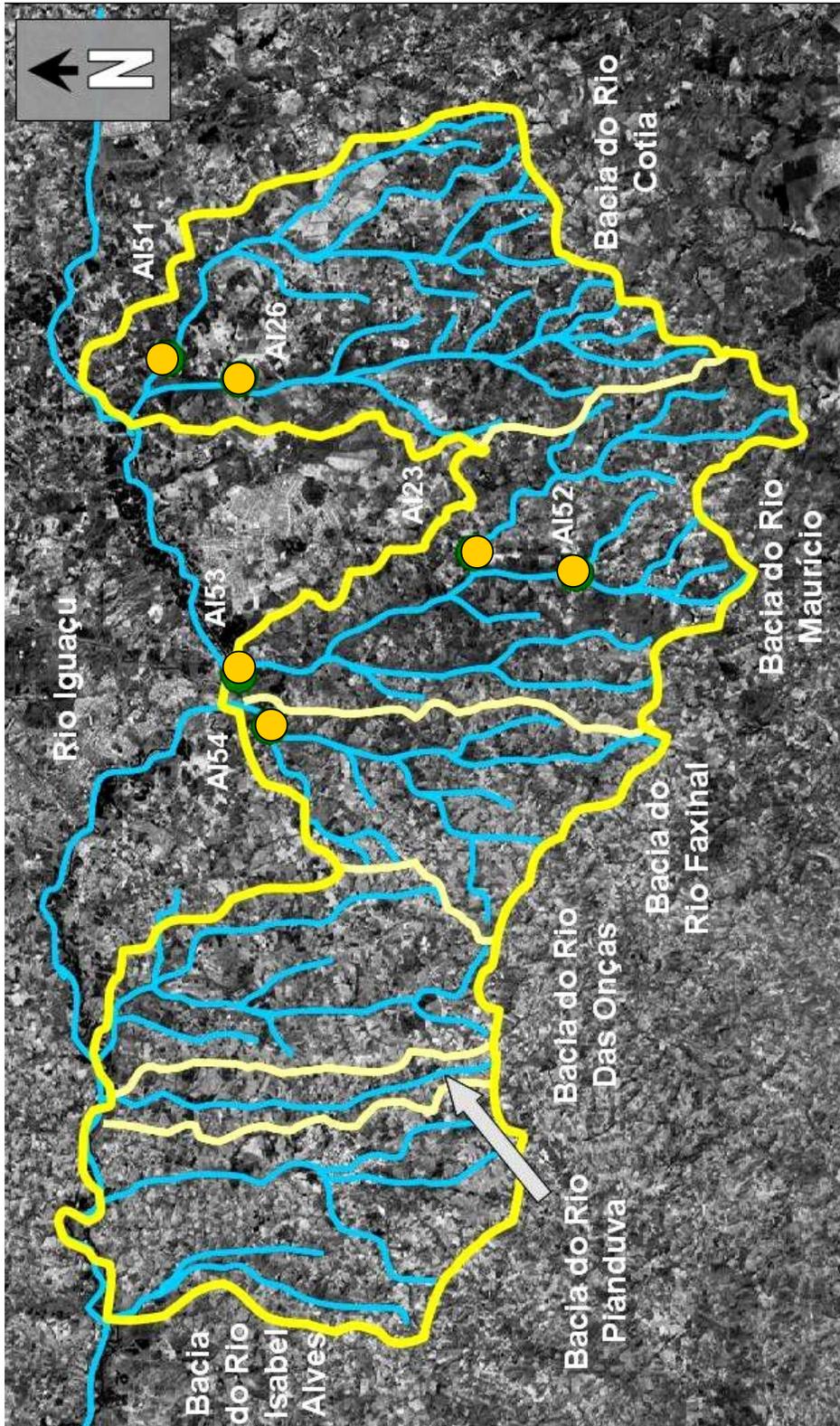


FIGURA 6 – SUBSISTEMA 4 – AFLUENTES DA MARGEM ESQUERDA DO RIO IGUAÇU.

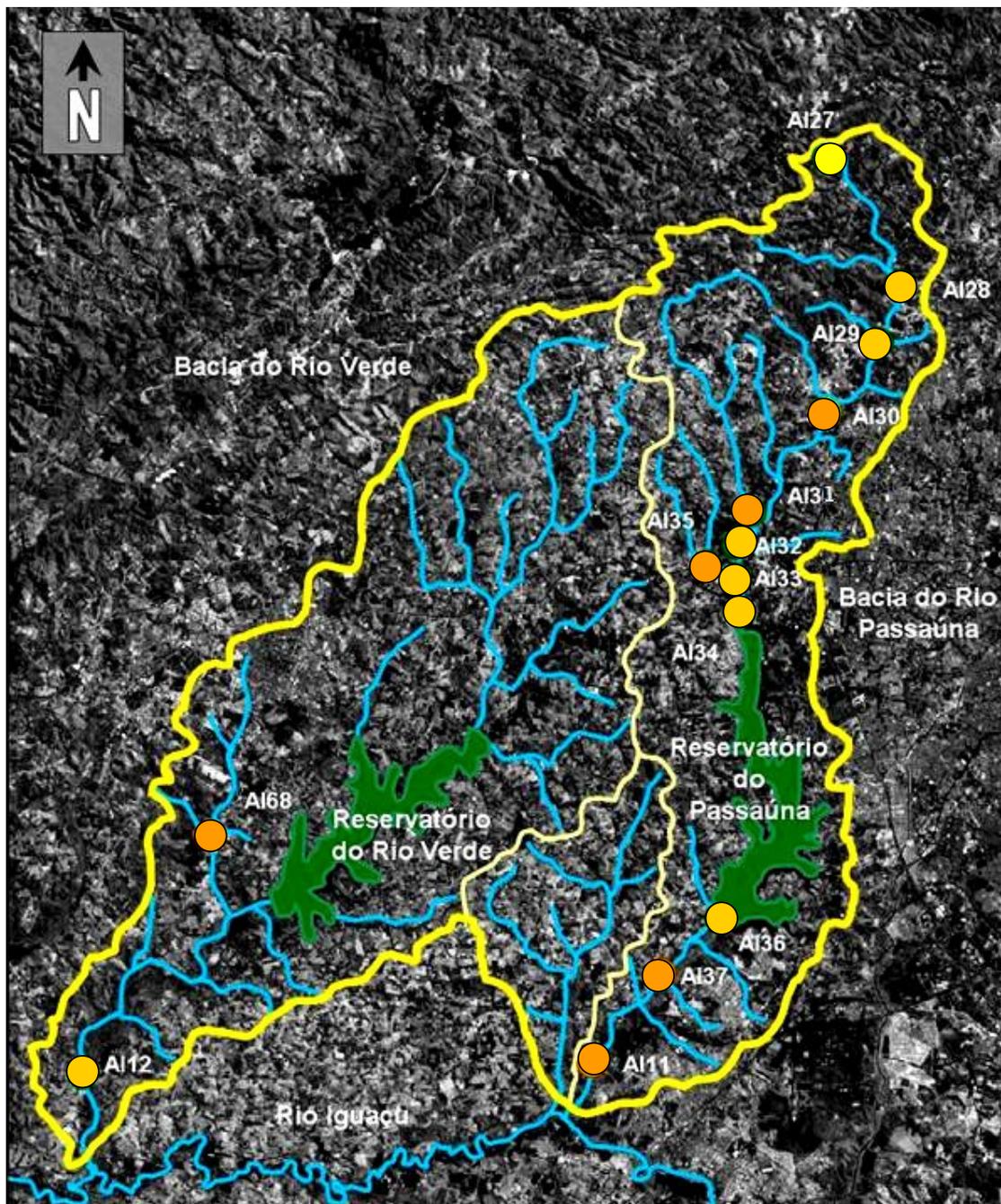


FIGURA 7 – SUBSISTEMA 5 – RIOS FORMADORES DAS SUB-BACIAS DOS RIOS VERDE E PASSAÚNA.

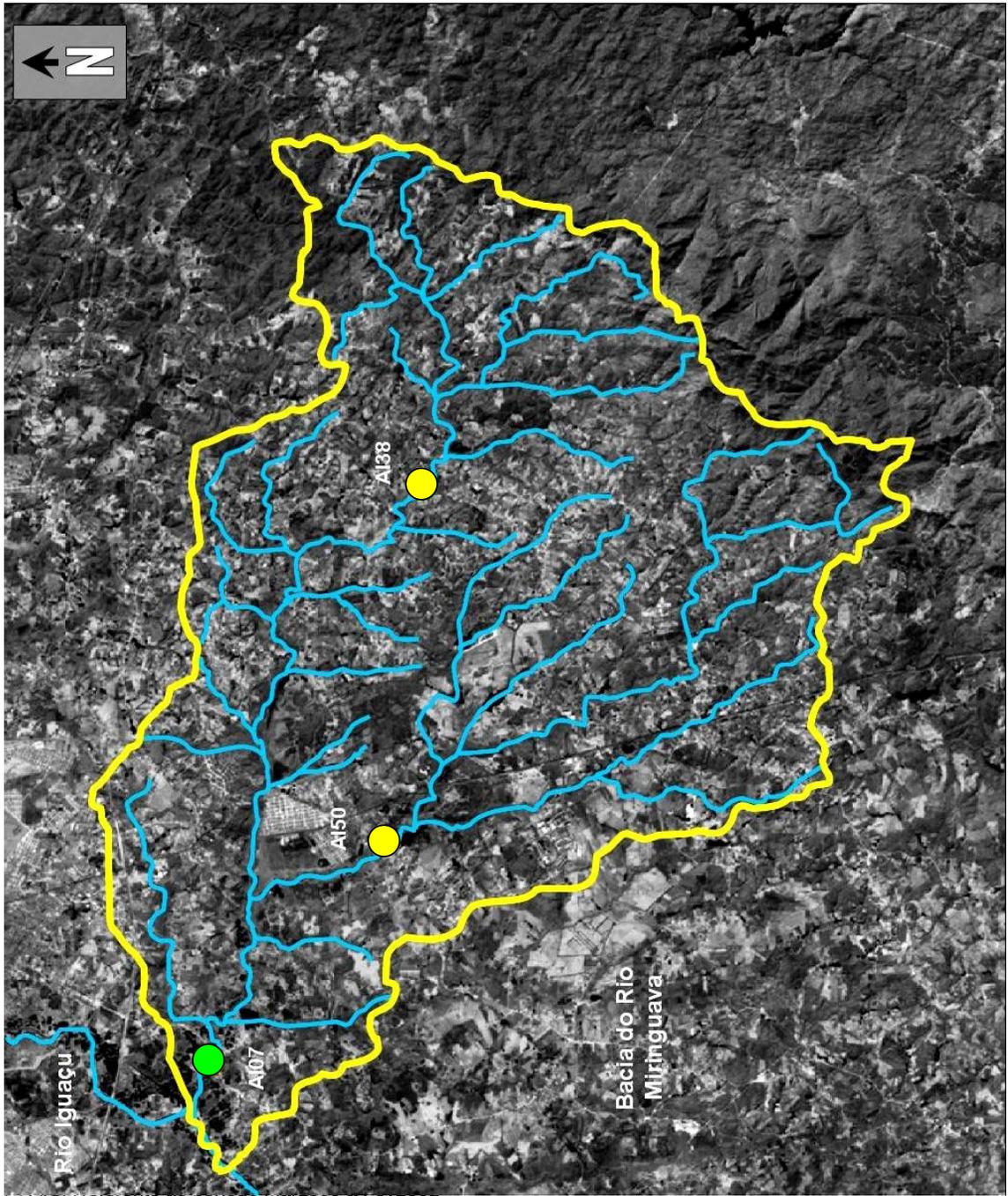


FIGURA 8 – SUBSISTEMA 6 – RIOS FORMADORES DAS SUB-BACIAS DO RIO MIRINGUAVA.

3.1.2. Variáveis selecionadas para o monitoramento

A Tabela 7 apresenta as variáveis monitoradas pelo Instituto Ambiental do Paraná, no presente estudo e constam do banco de dados do Sistema de Informações Ambientais – SIA.

TABELA 7 – VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Variáveis	Unidades
<u>Qualidade Físico-Química</u>	
Turbidez	UNT
Temperatura	Graus Celsius
Oxigênio Dissolvido	mg O ₂ / l
Saturação de Oxigênio	Porcentagem
pH	Unidades de pH
Condutividade	∞ S/cm
DBO 5 dias a 20 C	mg O ₂ / l
DQO	mg O ₂ / l
Nitrogênio Amoniacal	mg N / l
Nitritos	mg N / l
Nitratos	mg N / l
Nitrogênio Kjehldhal	mg N / l
Fosfato Total	mg P / l
Resíduos Suspensos a 103 C	mg / l
<u>Qualidade Bacteriológica</u>	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml
Coliformes Totais	NMP/100ml
Coliformes Fecais	NMP/100ml
<u>Qualidade Ecotoxicológica</u>	
Toxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i>	FDd

Abaixo estão descritos os parâmetros medidos para o AIQA e respectivas relevâncias para a qualidade da água:

- **TURBIDEZ** - É o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra de água devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila), detritos orgânicos, algas, bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na Turbidez das águas. A alta Turbidez reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a Turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional dos corpos d'água (CETESB, 2005);
- **TEMPERATURA** – A Temperatura influencia todos os processos físico-químicos e biológicos da água. Também influencia a densidade e viscosidade da água alterando a sedimentação de materiais, aumentando a taxa de transferência de gases entre a água e a atmosfera, diminuindo a solubilidade de gases na água (como no caso do Oxigênio, Gás Carbônico, Amônia e Nitrogênio gasoso), e aumentando a concentração de Amônia Livre (tóxico). Provoca também a volatilização de

substâncias tóxicas para a atmosfera, aumenta a velocidade reacional aeróbica e anaeróbica de compostos químicos e aumenta a taxa metabólica dos organismos aquáticos (FATMA, 1999);

- **OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)** – A concentração do Oxigênio Dissolvido na água pode oscilar muito e seu equilíbrio no ambiente é dependente da pressão parcial deste gás na atmosfera e da temperatura. O Oxigênio é consumido na oxidação da matéria orgânica (viva ou morta), através do metabolismo de plantas, animais e bactérias, pela decomposição aeróbica de compostos de carbono e pela nitrificação de amônio (NH_2^-). Baixas concentrações de oxigênio indicam processos de consumo através de substâncias lançadas na água. A saturação da concentração do oxigênio da água pode ser resultado de alta atividade biológica (fotossíntese) indicando processos de eutrofização (FATMA, 1999). Este fenômeno ocorre em águas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no meio, especialmente os de Nitrogênio e Fósforo, que são utilizados como nutrientes pelas algas. Este processo, entretanto, não é muito significativa nos trechos iniciais de rios à jusante de fortes lançamentos de esgotos. A contribuição fotossintética do Oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz. Este efeito pode alterar a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de Oxigênio Dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de Oxigênio Dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de Oxigênio bem superiores a 10 mg/l, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação (CETESB, 2005);
- **POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)** – O valor do pH da águas limpas difere do valor neutro (pH 7) pela presença de Ácido Carbônico, substâncias húmicas ou pela entrada de água subterrânea com características ácidas ou alcalinas. Além disso pode ser influenciado pela Temperatura e por sais minerais. O lançamento de efluentes nos corpos d'água através da transformação microbiana da matéria orgânica, ou poluentes atmosféricos (chuva ácida) também contribuem para a modificação do pH. Valores de pH entre 6,0 e 9,0 são considerados compatíveis a longo prazo para a sobrevivência da maioria dos organismos aquáticos. A violação destes limites por longos períodos de tempo, ou fortes oscilações de pH em curto prazo, resultam na inibição dos processos metabólicos, na redução de espécies de organismos ou no poder de autodepuração. O valor de pH tem processo decisivo na biodisponibilidade de certas substâncias, principalmente dos metais (FATMA, 1999);
- **CONDUTIVIDADE** – Representa a capacidade de condução da energia elétrica pela água à 25°C, expressa em micro-Siemens/cm. É originada da presença de sais dissolvidos na água na forma de íons dissociados eletroliticamente. Estes íons podem ter origem antropogênica (descargas industriais, esgotos domésticos provenientes de residências e do comércio) ou geogênica (decomposição de rochas). A carga de sais na água é composta por cátions (Sódio, Cálcio, Magnésio e Potássio) e ânions (Cloreto, Sulfato, Bicarbonato, Carbonato e Nitrato). Altas cargas de sais na água tem seus efeitos negativos principalmente em períodos de baixa vazão. A Condutividade pode afetar as comunidades aquáticas, pois cada biocenose é composta de organismos fisiologicamente diferentes e sua regulação pode ser dependente do teor destes sais (FATMA, 1999);

- **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO₅)** – É a quantidade de Oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica carbonácea por decomposição microbiana aeróbia para a forma inorgânica estável. A DBO₅ é normalmente considerada como a quantidade de Oxigênio consumido durante um período de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C. Nesta análise é considerado o metabolismo dos microrganismos heterotróficos onde os compostos orgânicos biodegradáveis são transformados em produtos finais estáveis ou mineralizados, tais como água, Gás Carbônico, Sulfatos, Fosfatos, Amônia, Nitratos, etc. Nesse processo há o consumo de oxigênio da água e liberação da energia contida nas ligações químicas das moléculas decompostas. Os maiores aumentos em termos de DBQ num corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2005);
- **DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)** – É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO₅. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO₅ para observar a biodegradabilidade de despejos. Os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBQ. Como na DBQ mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO, mais facilmente biodegradável será a amostra analisada (CETESB, 2005);
- **NITROGÊNIO AMONIACAL** – é um nutriente presente na água nas formas de Amônia Livre (NH₃) e do cátion Amônio (NH₄⁺). A metodologia de determinação fornece o resultado da soma de ambas as formas, e o pH do meio regula a concentração de cada uma delas. A Amônia é liberada continuamente na água através da decomposição das substâncias nitrogenadas (proteínas, aminoácidos e uréia). Em ambiente anaeróbio, pode surgir pela redução do nitrato (amonificação do nitrato). Altas concentrações de amônia podem ser geradas por efluentes domésticos, industriais e da agricultura. A amônia nas águas é oxidada por microrganismos nitrificantes, via nitrito, para o nitrato, o que pode significar uma carga grande para o equilíbrio do Oxigênio no corpo hídrico, representando uma demanda nitrogenada adicional de Oxigênio. Em ambientes aquáticos com valores de pH acima de 7,0 e temperatura crescente, a Amônia Livre se faz presente, e é considerada altamente tóxica para peixes. Concentrações de NH₃ da ordem de 0,01 mg/l pode causar danos para alevinos, enquanto que concentrações letais para peixes estão na faixa de 0,2 a 0,6 mg/l (FATMA, 1999);
- **NITRITOS (NO₂⁻)** – É o ânion derivado do Ácido Nitroso, muito solúvel em água. O Nitrito aparece em uma fase intermediária natural na oxidação microbiana do Nitrato. Via de regra, o Nitrito formado é imediatamente oxidado para a forma de Nitrato. Em casos de aumentos drásticos da amônia ionizada (NH₄⁺) ou valores elevados de pH e Temperatura, a nitrificação pode ocorrer em velocidade muito alta e serem produzidos Nitritos tóxicos para peixes. (FATMA, 1999);
- **NITRATOS (NO₃⁻)** – É o ânion derivado do Ácido Nítrico. Os Nitratos são muito solúveis em água. Nos corpos d'água está geralmente presente em concentrações moderadas como metabólito natural do processo de nitrificação. As principais fontes de poluição por Nitratos são os adubos incorporados ao solo para finalidades agrícolas e efluentes de estação de tratamento de esgotos (FATMA, 1999);

- NITROGÊNIO KJELDHAL – Analiticamente, as formas orgânica e amoniacal do Nitrogênio podem ser quantificadas juntas através de procedimentos próprios - Método Macro-Kjeldhal e Método Semi-micro-Kjeldhal (APHA, 1995). Ao Nitrogênio combinado (orgânico e amoniacal) obtido através do uso de uma destas técnicas, denomina-se Nitrogênio Kjeldhal ou Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK), refletindo o método analítico empregado. Ao adicionar-se, a este resultado, as concentrações de Nitrogênio das formas oxidadas (Nitritos e Nitratos), também denominadas como Nitrogênio Total Oxidado, tem-se um método de valoração do Nitrogênio Total;
- FOSFATO TOTAL - O Fósforo é um nutriente essencial para todas as formas de vida pois é parte das suas estruturas celulares. Altamente reativo, não ocorre em sua forma elementar, aparecendo nas formas inorgânicas derivadas do Ácido Fosfórico ou em ligações orgânicas (ácidos polifosfóricos e polifosfatos). Na água podem estar presentes em quatro frações diferentes: inorgânicas dissolvidas e não dissolvidas, orgânicas dissolvidas e não dissolvidas (FATMA, 1999). O Fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam este elemento em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de Fósforo em águas naturais. Assim como o Nitrogênio, o Fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células. Ainda por ser nutriente necessário para os processos biológicos vitais, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais, por outro lado, conduz à eutrofização das águas naturais (CETESB, 2005);
- RESÍDUOS SUSPENSOS – O termo “resíduos suspensos”, referindo-se à quantidade de matéria particulada suspensa em águas ou efluentes, foi alterado nas referências internacionais para Sólidos Suspensos Totais (APHA, 1995). Águas com altos valores de Sólidos Suspensos podem ter sua utilidade comprometida de várias formas: para fins de balneabilidade e esportes aquáticos, para uso industrial e de abastecimento domésticos. Os resíduos podem comprometer a eficiência dos sistemas de tratamento através da colmatação precoce dos filtros e exigirem maior adição de produtos químicos necessários à clarificação das águas. Valores elevados de Resíduos Suspensos podem indicar não apenas a contaminação orgânica recente dos rios por efluentes domésticos ou industriais, mas também um excesso de matéria sólida levada aos rios por erosão, movimentação de terra na bacia e a perda da mata ciliar;
- *Escherichia coli* – Bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β - glicuronidase. Produz Indol a partir do aminoácido Triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA, 2005);
- COLIFORMES TOTAIS – O grupo Coliforme consiste de vários gêneros de bactérias pertencentes à família Enterobacteriaceae. A definição histórica deste grupo está baseada no método usado para sua detecção (através da possibilidade de fermentação da Lactose), e não na sua sistemática. Deste modo, quanto a técnica de fermentação é empregada, o grupo é definido por compreender todos os gêneros de bactérias anaeróbias facultativas (não apenas as de origem fecal), gram-negativas e não formadoras de esporos capaz de multiplicar-se no Caldo Lactosado

com temperatura de 35 °C, com produção, em 48 horas, de ácidos e de gás (APHA, 1995). A técnica de fermentação em Tubos Múltiplos é empregada para acessar o conceito de “densidade de coliformes” cuja mensuração é importante para se ter uma noção da ordem de grandeza da população bacteriana de um manancial. O resultado é normalmente expresso por uma concentração estatisticamente provável de coliformes: o Número Mais Provável de Coliformes presentes;

- COLIFORMES FECAIS - Dentre as bactérias pertencentes ao grupo anterior, o Número Mais Provável de Coliformes Fecais é empregado para a investigação da poluição por conteúdo fecal em rios e águas de abastecimento. O parâmetro é utilizado para avaliar a eficiência da operação de sistemas de tratamento de efluentes, da balneabilidade das águas dos rios e do mar, além de servir como elemento de controle em sistemas de monitoramento dos recursos hídricos em geral. Embora não sejam particularmente deletérias à saúde (as bactérias deste grupo são oriundas do intestino de animais de sangue quente), sua densidade bacteriana serve como indicadora de poluição fecal. Se confirmada sua presença nas águas dos corpos hídricos, a possibilidade da presença de uma bactéria patogênica será tanto maior quanto maior o Número Mais Provável de Coliformes Fecais;
- TOXICIDADE AGUDA COM *Daphnia magna* - é um ensaio ecotoxicológico realizado para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos presentes na amostra ao microcrustáceo aquático *Daphnia magna*. O efeito tóxico agudo é o efeito observado na forma de letalidade ou imobilidade do organismo teste em 48 horas de exposição.

Em relação às variáveis da Tabela 7, algumas particularidades foram adotadas. Em relação ao Fosfato Total, o valor limite de 0,025 mg/l estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 foi considerado muito restritivo uma vez que no Estado do Paraná são encontrados valores acima deste limite em águas pouco comprometidas no que diz respeito à qualidade. Por esta razão, as violações para esta variável não foram consideradas. Também, o valor final do indicador para cada ponto amostral baseou-se no resultado predominante em pelo menos 80% dos resultados de classificação individual das variáveis monitoradas dentro do intervalo de tempo considerado.

Conforme IAP (1999b), em estudos de qualidade de água, os testes de toxicidade são úteis para avaliar os efeitos da presença de substâncias que causam efeitos tóxicos no corpo receptor. Contribuem para prevenir riscos à saúde humana, para proteger os ecossistemas, documentar o estado atual da qualidade da água e para a determinação de pontos críticos de poluição por substâncias tóxicas.

O método utilizado foi o teste de toxicidade aguda com *Daphnia magna* conforme Norma ABNT 12713,2004 sendo determinado o Fator de Diluição para *Daphnia magna* e representa a primeira de uma série de diluições crescentes efetuadas na amostra, que não causa toxicidade aguda ao organismo teste (*D. magna*). Para a avaliação final dos resultados, foram eliminados os resultados que representam eventos esporádicos de toxicidade muito alta, discrepantes da normalidade. Com isso, o Fator de Diluição (FDd) determinado para os trechos de rios ensaiados refletem a toxicidade preponderante no referido ponto amostral para o período de tempo considerado.

3.1.3. Períodos de monitoramento

Os dados referentes às avaliações físico-química, bacteriológica e ecotoxicológica foram agrupados em 4 períodos de tempo especificados a seguir:

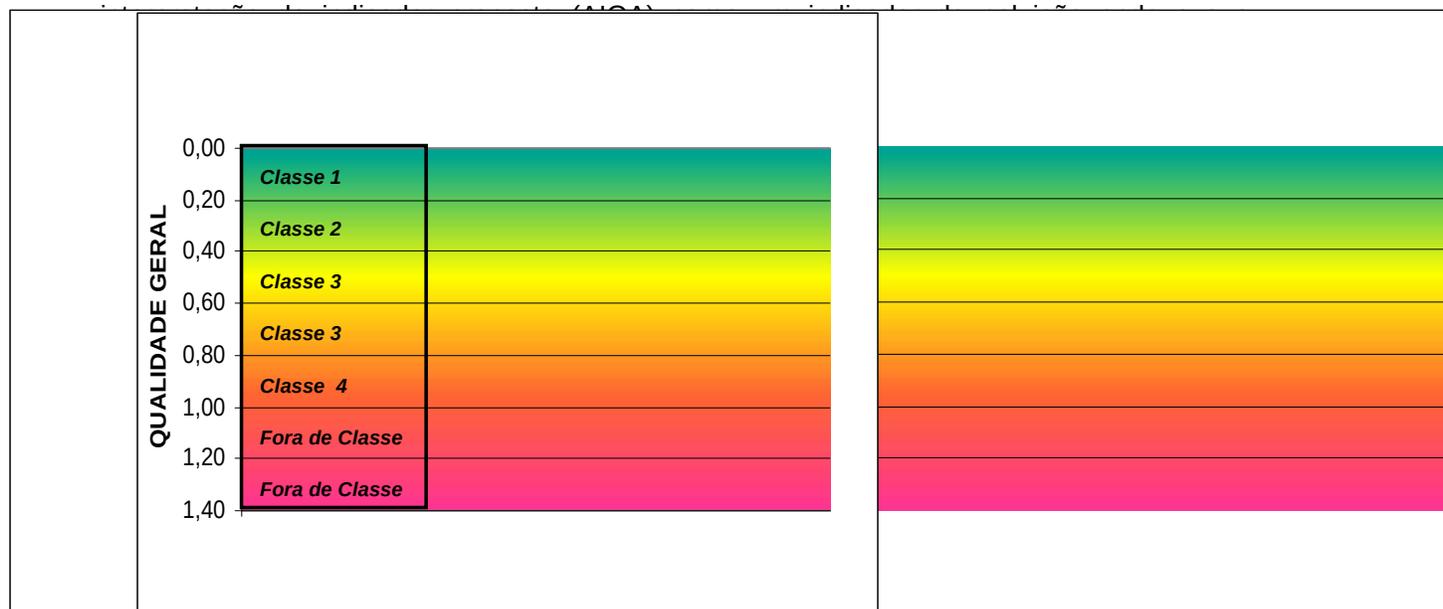
- Junho de 1992 a Fevereiro de 1995;
- Março de 1995 a Fevereiro de 1997;
- Março de 1997 a Fevereiro de 1999;
- Março de 1999 a Fevereiro de 2001;
- Março de 2001 a Fevereiro de 2005.

Não serão considerados os dados físico-químicos levantados entre Maio de 1991 e Junho de 1992 porque neste período as avaliações ecotoxicológicas não eram rotineiras, impossibilitando sua consideração conjunta.

3.1.4 Definição das classes de qualidade de água de acordo com seus níveis de comprometimento

A Figura 1 demonstra a possibilidade de definição de 3 classes de qualidade das águas segundo sua proximidade ao ponto **E**. A realidade, entretanto, mostra que a noção de qualidade nem sempre apresenta valores claros para estabelecer os limiares de qualidade entre as classes pretendidas. Em geral observa-se uma transição contínua e progressiva entre uma classe e outra sem o estabelecimento categórico de um limiar.

A partir deste conceito, teoricamente poderiam ser definidas infinitas classes de qualidade das águas de acordo com seus níveis de comprometimento. Entretanto, para simplificar os procedimentos de representação desta qualidade, serão consideradas 7 categorias baseadas nas regiões de equidistância com o ponto **E**. Quanto mais afastado deste ponto, maior o grau de poluição observado. Esta fundamentação implica na



adotada com as Classes de Enquadramento constantes na Resolução CONAMA 20/86 a fim de permitir uma avaliação dos trechos monitorados perante seus critérios. Deve-se, entretanto, notar que esta relação é aproximativa uma vez que os critérios de enquadramento não são lineares para todas as variáveis, além de apresentar variabilidade

temporal, o que demandou o uso do conceito de “Classe Preponderante” dentro de cada período amostral considerado.

3.2. MÉTODO DO ÍNDICE DE PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS (IPCA)

A partir de 2002, o Instituto Ambiental do Paraná vem aplicando o IPCA - Índice de Preservação das Comunidades Aquáticas (ZAGATTO *et al.*, 1995). A metodologia do IPCA incorpora a idéia da ponderação entre variáveis consideradas tóxicas às comunidades aquáticas presentes em um corpo d'água, e um grupo de parâmetros essenciais à sua permanência³.

Para cada uma das variáveis analisadas foram estabelecidos três diferentes níveis de qualidade para os quais foram feitas ponderações numéricas de 1, 2 e 3. O de ponderação igual a 1 indica qualidade semelhante aos preceitos da Resolução CONAMA 20/86.

Os níveis relativos às ponderações 2 e 3 foram obtidos de outras normas de qualidade, as quais estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas na água para evitar, respectivamente, efeitos crônicos e agudos à biota aquática.

Assim, pode-se estabelecer os seguintes significados:

- Ponderação 1 – águas com características necessárias para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos;
- Ponderação 2 – águas com características necessárias para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém a reprodução pode ser afetada a longo prazo;
- Ponderação 3 – águas com características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos.

A Tabela 8 demonstra os níveis de referência utilizados e as respectivas ponderações conforme ZAGATTO *et al.*, 1995. Em função dos níveis detectados nas amostras de água e suas respectivas ponderações, calcula-se o IPCA através da seguinte equação

$$\text{IPCA} = A \times B$$

Onde: **A** – valor da maior ponderação do grupo de parâmetros essenciais;

B – valor médio das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas.

3.2.1. Estações de amostragem

³ Para o caso dos ambientes lênticos (lagos e reservatórios), ZAGATTO *et al.* (1999) apresentam um aperfeiçoamento ao IPCA pela inclusão do Índice de Estado Trófico (IET), formando um novo indicador denominado Indicador de Qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática (IVA).

O IPCA vem sendo aplicado pelo IAP, a partir do ano de 2002, em 24 pontos amostrais dos Subsistemas 1, 2 e 3. Para a aplicação da metodologia, foram selecionados os Subsistemas 1 (Iraí), 2 (Iguaçu) e 3 (Afluentes da Margem Direita do Rio Iguaçu). Todos representam regiões onde a presença de substâncias potencialmente nocivas à vida aquática é importante para se ter uma visão mais clara e abrangente da qualidade das águas superficiais.

O Subsistema 1 representa a região da Bacia Hidrográfica do Rio Iraí, cujo reservatório é considerado estratégico para o sistema de abastecimento de águas da Região Metropolitana de Curitiba. Os afluentes da margem direita do Rio Iguaçu (Subsistema 3) representam os rios em cujas áreas de drenagem o processo de urbanização é mais intenso. Com isso, suas águas recebem direta ou indiretamente maior carga poluente. Por último, o Subsistema 2 (Iguaçu) foi escolhido pelo caráter integrador dos efeitos dos padrões de uso e ocupação do solo na qualidade das águas superficiais, quando considerados todos os subsistemas monitorados na Região Metropolitana de Curitiba. A Tabela 8 apresenta a localização das estações de amostragem nos Subsistemas 1, 2 e 3. Observa-se que os pontos amostrais coincidem com os considerados para a determinação do AIQA.

TABELA 8 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM EM RIOS DOS SUBSISTEMAS 1, 2 E 3 CONSIDERADOS PARA A DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PRESERVAÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS (IPCA)

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SUREHMA
SUBSISTEMA 1 – Rio Iraí				
AI01	Iraí	Olaria do Estado	Piraquara	2
AI02	Timbu	Estrada da Graciosa	Quatro Barras	2
AI16	Piraquara	Ponte. Rua Leopoldo Jacomel	Piraquara	2
AI17	Iraí	Pinhais	Pinhais	2
AI18	Pequeno	Fazendinha	S. José dos Pinhais	2
AI39	Do Meio	Avenida Getúlio Vargas	Piraquara	2
AI40	Pequeno	BR277	S. José dos Pinhais	2
AI41	Piraquara	Estrada BR277/PR 415	Piraquara	2
AI43	Iraizinho	Próximo à Estrada de Ferro	Piraquara	2
AI44	Canguiri	Estrada da Graciosa	Colombo	2
AI45	Curralinho	Ponte Estrada Piraquara	Quatro Barras	2
AI49	Do Meio II	Próximo à foz no Iraizinho	Pinhais	2
AI71	Iraí	Captação SANEPAR	Curitiba	2
AI72	Pequeno	Próximo à foz	S. José dos Pinhais	2
AI83	Cerrado	Estrada da Graciosa	Quatro Barras	2

Continuação.

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	SUREHMA
SUBSISTEMA 2 – Rio Iguaçu				
AI04	Iguaçu	Ponte BR-277	S. José dos Pinhais	2
AI13	Iguaçu	Porto Amazonas	Porto Amazonas	2
AI14	Iguaçu	Guajuvira	Araucária	2
SUBSISTEMA 3 – Afluentes da Margem Direita do Rio Iguaçu				
AI10	Barigüi	Ponte da Cachimba	Curitiba	3
AI57	Barigüi	Boichininga	Almte. Tamandaré	2
AI58	Barigüi	Manoel Ribas	Curitiba	2
AI59	Uvu	Foz	Curitiba	2
AI60	Barigüi	Conectora 5	Curitiba	3
AI61	Barigüi	Rua João Bettega - Jusante CIC	Curitiba	3

3.2.2. Variáveis selecionadas para o monitoramento

Na Tabela 9 estão listadas as variáveis monitoradas para o cálculo do IPCA. De conformidade com a metodologia apresentada por ZAGATTO *et al.* (1995), a Tabela 10 apresenta as variáveis originalmente consideradas para o cálculo do IPCA, indicando os níveis considerados como limítrofes para a ponderação de cada variável.

TABELA 9 – VARIÁVEIS CONSIDERADAS PARA A DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PRESERVAÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS (IPCA)

Variáveis	Unidades
Qualidade Físico-Química	
Oxigênio Dissolvido	mg O ₂ / l
pH	Unidades de pH
Fenóis	mg C ₆ H ₅ OH / l
Surfactantes	mg / l
Cádmio	mg Cd / l
Chumbo	mg Pb / l
Cromo	mg Cr / l
Mercúrio	mg Hg / l
Níquel	mg Ni / l
Zinco	mg Zn / l
Qualidade Ecotoxicológica	
Toxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i>	FDd

A seguir serão apresentados, de maneira resumida, alguns comentários sobre as variáveis individuais consideradas na metodologia. Os indicadores: Toxicidade Aguda para *Daphnia magna*, Oxigênio Dissolvido e pH estão resumidamente definidos no item 3.1.2.

- CÁDMIO – Metal pesado que pode ocorrer na água em combinações não estritamente bivalentes e é sujeito, principalmente na faixa alcalina, à hidrólise. Além de compostos inorgânicos, o Cádmio também forma quelatos com substâncias orgânicas, particularmente com substâncias húmicas, e estes quelatos são facilmente adsorvíveis nos materiais sólidos da água. Do Cádmio presente na água, entre dois terços e três quartos está adsorvido a Sólidos em Suspensão, e se acumula nos sedimentos em

concentrações de até 30.000 vezes sua concentração na água. Substâncias formadoras de complexos, como por exemplo o NTA e o EDTA, podem remobilizar o Cádmio adsorvido. Acima de 0,1 mg/l de Cádmio, o poder de autodepuração da água é inibido. O Cádmio tem efeito nocivo para organismos aquáticos inferiores já numa concentração de 0,2 µg/l (FATMA, 1999);

- CROMO – Metal pesado que pode ocorrer na água em forma tri- ou hexavalente como sal dissolvido ou como sólido não dissolvido em suspensão. O Cromo e seus compostos chegam às águas principalmente através de lançamentos de efluentes industriais. Os maiores geradores são a indústria de couro e empresas galvanicas. O Cromo trivalente apresenta-se primariamente como cátion e como hidróxido de difícil dissolução. Organismos aquáticos inferiores podem ser prejudicados por concentrações de Cromo acima de 0,1 mg/l, enquanto que o crescimento de algas é inibido em concentrações de Cromo entre 0,03 e 0,32 mg/l. O Cromo, como os outros metais, acumula-se nos sedimentos (FATMA, 1999);

TABELA 10 - PARÂMETROS PARA DETERMINAÇÃO DO IPCA E SUAS RESPECTIVAS PONDERAÇÕES DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS ESTABELECIDOS NOS DIFERENTES NÍVEIS

VARIÁVEIS		NÍVEIS	PONDERAÇÃO
Parâmetros	OD (mg/l)	>5	1
		3 a 5	2
		<3	3
Essenciais	pH	6 – 9	1
		5 a 6 e 9 a 9,5	2
		< 5 e > 9,5	3
	Toxicidade	Não tóxico	1
		Efeito crônico	2
		Efeito agudo	3
	Cádmio (mg/l)	< 0,001	1
		0,001 a 0,005	2
		> 0,005	3
	Cromo (mg/l)	< 0,05	1
		0,05 a 1	2
		> 1	3
	Cobre (mg/l)	< 0,02	1
		0,02 a 0,05	2
		>0,05	3
Substâncias	Chumbo (mg/l)	< 0,03	1
		0,03 a 0,08	2
		> 0,08	3
Tóxicas	Mercúrio (mg/l)	< 0,0002	1
		0,0002 a 0,001	2
		> 0,001	3
	Níquel (mg/l)	< 0,025	1
		0,025 a 0,16	2
		> 1	3
	Fenol (mg/l)	< 0,001	1
		0,001 a 0,05	2
		> 0,05	3
	Surfactantes (mg/l)	< 0,5	1
		0,5 a 1	2
		> 1	3
	Zinco (mg/l)	< 0,18	1
		0,18 a 1	2
		> 1	3

Ponderação 1 = padrões de qualidade de água da Resolução CONAMA nº 20/1986;

Ponderação 2 e 3 = limites obtidos das legislações francesa e americana. Fonte: ZAGATTO *et al.* (1995)

- **COBRE** – O Cobre acumulado no sedimento pode ser remobilizado através de formadores de complexos. É altamente tóxico para os peixes. A toxicidade é aumentada na presença de Cádmio, Zinco ou Mercúrio (FATMA, 1999);
- **CHUMBO** – Metal pesado que pode ocorrer nos níveis de oxidação +2 e +4, sendo que os sais de Chumbo bivalente (Pb^{+2}) são os mais estáveis. Em sistemas aquáticos, o comportamento de compostos de Chumbo é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. A quantidade do Chumbo dissolvido diminui com o valor de pH crescente; ela também depende do Potencial de Oxi-redução (Redox) e do teor de sais na água. O Chumbo bivalente é também a forma mais presente nas águas. A partir de 0,5 mg/l, a nitrificação é inibida na água. O Chumbo, como todos os metais, se acumula em organismos aquáticos. É adsorvido por Sólidos em Suspensão depositando-se no sedimento de onde pode ser remobilizado. Concentrações de Chumbo acima de 0,1 mg/l inibem a oxidação bioquímica de substâncias orgânicas e são prejudiciais para organismos aquáticos inferiores. Concentrações de Chumbo entre 0,2 e 0,5 mg/l empobrecem a fauna. Em águas de baixo teor de Dureza (águas moles) sua Toxicidade é maior (FATMA, 1999);
- **MERCÚRIO** – Até em águas de superfície não poluídas, o Mercúrio pode ser detectado em concentrações muito reduzidas (traços). Em águas subterrâneas, a concentração de Mercúrio situa-se entre 10 e 50 ng/l. Rios e lagos contêm, em média, menos de 50 ng/l. Nas águas, o Mercúrio existe em forma elementar ou como cátion bivalente. O Mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de 18 μ g/l. O metabolismo microbiano é perturbado pelo Mercúrio através de inibição enzimática. Alguns microrganismos são capazes de absorver compostos inorgânicos de Mercúrio, aumentando assim sua toxicidade. O plâncton e organismos marinhos acumulam o Mercúrio em até 500 vezes. Peixes que se alimentam de lodo e peixes vorazes também acumulam o Mercúrio em valores de até 20 mg Hg/kg (FATMA, 1999);
- **NIQUEL** – Nas suas possíveis combinações em meio aquoso, o Níquel é principalmente bivalente. O Níquel situa-se entre os metais pesados particularmente móveis. Existem indicações da presença de complexos orgânicos de Níquel que estariam possivelmente ligados a ácidos húmicos ou queladores sintéticos. O Níquel acumula-se no sedimento, em musgos e plantas aquáticas superiores. A sua toxicidade para peixes depende muito das características da água. Concentrações acima de 0,03 mg/l podem prejudicar organismos aquáticos inferiores (FATMA, 1999);
- **FENÓIS** – Os Fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. Indústrias de processamento da borracha, de colas e adesivos, de resinas impregnantes, de componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de Fenóis nas águas naturais. Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e aos microrganismos que tomam parte dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Nas águas tratadas, os fenóis reagem com o Cloro livre formando os Clorofenóis que produzem sabor e odor na água. Por este motivo, os Fenóis constituem-se em padrão de potabilidade (CETESB, 2005).
- **SURFACTANTES** – Detergentes ou Surfactantes são definidos como compostos que reagem com o Azul de Metileno sob certas condições especificadas. Estes compostos são também designados como "Substâncias Ativas ao Azul de Metileno" (MBAS - *Methylene Blue Active Substances*) e suas concentrações são relativas ao Sulfonato de Alquil Benzeno Linear (LAS) que é utilizado como padrão na análise. Os esgotos sanitários possuem de 3 a 6 mg/l de surfactantes. As indústrias de detergentes descarregam efluentes líquidos com cerca de 2.000 mg/l do princípio ativo. Outras indústrias, incluindo as que processam peças metálicas, empregam detergentes

especiais com a função de desengraxante, como é o caso do Percloroetileno. As descargas indiscriminadas de detergentes nas águas naturais levam a prejuízos de ordem estética provocados pela formação de espumas. Os detergentes podem exercer efeitos tóxicos sobre os ecossistemas aquáticos. Os LAS tem substituído progressivamente os Sulfonatos de Aquil Benzeno de Cadeia Ramificada (ABS), por serem considerados biodegradáveis. Os detergentes tem sido responsabilizados também pela aceleração da eutrofização. Além de a maioria dos detergentes comerciais empregados ser rica em Fósforo, sabe-se que exercem efeito tóxico sobre o zooplâncton, predador natural das algas (CETESB, 2005);

- ZINCO – Metal pesado que existe em forma bivalente nas suas combinações. O Zinco forma complexos com Amônio, Aminas, Cianetos e Halogênios. O Zinco acumula-se no sedimento 45 – 60 % de forma residual e, portanto, não é acessível para organismos aquáticos. Porém o zinco pode ser remobilizado do sedimento através de formadores de complexos (FATMA, 1999).

3.2.3. Períodos de monitoramento

Como a aplicação do método do IPCA iniciou-se no ano de 2002, para possibilitar a comparação dos seus resultados com a avaliação integrada proposta pelo AIQA, os dados foram agrupados em um único período de monitoramento: de Abril de 2002 a Fevereiro de 2005.

3.2.4. Definição das classes de qualidade das águas de acordo com seus níveis de comprometimento

Para o caso do Índice de Preservação das Comunidades Aquáticas – IPCA, as classes de qualidade adotadas são as seguintes:

-  **ADEQUADA:** apresentam valor do IPCA igual a 1,00;
-  **REGULAR:** apresentam valor do IPCA igual a 2,00;
-  **INADEQUADA:** apresentam valor do IPCA igual ou superior a 3,00.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS CONSIDERANDO ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS, BACTERIOLÓGICOS E ECOTOXICOLÓGICOS (AIQA)

Os resultados obtidos na avaliação da qualidade integrada das águas nos pontos amostrais em cada período analisado estão resumidamente indicados por subsistema nas Tabelas 11 a 16. A qualidade representativa de cada subsistema pode ser obtida pela mediana dos resultados observados nos respectivos pontos amostrais.

TABELA 11 – RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NOS PONTOS AMOSTRAIS DO SUBSISTEMA 1 (IRAI)*

SUBSISTEMA 1		AIQA									
CÓDIGO	RIO										
AI01	Irai	0,85	POLUÍDO	0,79	MED POL.	0,76	MED POL.	0,76	MED POL.	0,95	POLUÍDO
AI02	Timbu	0,99	POLUÍDO	0,82	POLUÍDO	0,77	MED POL.	0,84	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI03	Palmital	0,83	POLUÍDO	0,89	POLUÍDO	0,89	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI16	Piraquara	0,51	POUCO POL.	0,70	MED POL.	0,32	BOA	0,29	BOA	0,32	BOA
AI17	Irai	0,94	POLUÍDO	0,81	POLUÍDO	0,76	MED POL.	0,82	POLUÍDO	0,89	POLUÍDO
AI18	Pequeno	1,06	MUITO POL.	0,83	POLUÍDO	0,76	MED POL.	0,58	BOA	0,76	MED POL.
AI22	Itaqui	0,87	POLUÍDO	0,75	MED POL.	0,76	MED POL.	0,78	MED POL.	0,81	POLUÍDO
AI39	do Meio	0,80	MED POL.	0,71	MED POL.	0,75	MED POL.	0,75	MED POL.	0,95	POLUÍDO
AI40	Pequeno	0,80	MED POL.	0,51	POUCO POL.	0,51	POUCO POL.	0,25	BOA	0,56	POUCO POL.
AI41	Piraquara	0,73	MED POL.	0,55	POUCO POL.	0,60	POUCO POL.	0,31	BOA	0,34	BOA
AI42	Palmital	0,88	POLUÍDO	0,81	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI43	Iraizinho	0,93	POLUÍDO	0,75	MED POL.	0,76	MED POL.	0,75	MED POL.	0,76	MED POL.
AI44	Canguiri	0,83	POLUÍDO	0,77	MED POL.	0,77	MED POL.	0,82	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI45	Currallinho	0,77	MED POL.	0,36	BOA	0,52	POUCO POL.	0,76	MED POL.	0,80	MED POL.
AI46	Tumiri	0,56	POUCO POL.	0,70	MED POL.	0,61	MED POL.	0,65	MED POL.	0,57	POUCO POL.
AI47	Cachoeira	0,76	MED POL.	0,76	MED POL.	0,77	MED POL.	0,98	POLUÍDO	0,85	POLUÍDO
AI48	Itaqui	0,95	POLUÍDO	0,76	MED POL.	0,80	MED POL.	0,75	MED POL.	0,95	POLUÍDO
AI49	do Meio II	0,75	MED POL.	0,70	MED POL.	0,55	POUCO POL.	0,84	POLUÍDO	0,89	POLUÍDO
AI71	Irai			0,82	POLUÍDO	0,82	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI72	Pequeno			0,62	MED POL.	0,80	MED POL.	0,76	MED POL.	0,82	POLUÍDO
AI83	Cerrado									0,82	POLUÍDO

0,0 – 0,2	Qualidade das águas compatível com CLASSE 1 (Resolução CONAMA 20/86)
0,2 – 0,4	Qualidade das águas compatível com CLASSE 2 (Resolução CONAMA 20/86)
0,4 – 0,6	Qualidade das águas compatível com CLASSE 3 (Resolução CONAMA 20/86)
0,6 – 0,8	Qualidade das águas compatível com CLASSE 3 (Resolução CONAMA 20/86)
0,8 – 1,0	Qualidade das águas compatível com CLASSE 4 (Resolução CONAMA 20/86)
1,0 – 1,4	Qualidade das águas FORA DE CLASSE (Resolução CONAMA 20/86)

TABELA 12 - RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NOS PONTOS AMOSTRAIS DO SUBSISTEMA 2 (IGUAÇU)*

SUBSISTEMA 2		AIQA									
CÓDIGO	RIO										
AI04	Iguaçu	1,00	POLUÍDO	0,79	MED POL.	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI13	Iguaçu	0,84	POLUÍDO	0,63	MED POL.	0,78	MED POL.	0,72	MED POL.	0,82	POLUÍDO
AI14	Iguaçu	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI20	Iguaçu	0,96	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI24	Iguaçu	0,97	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI25	Iguaçu	1,00	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,89	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO

TABELA 13 - RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NOS PONTOS AMOSTRAIS DO SUBSISTEMA 3 (TRIBUTÁRIOS DA MARGEM DIREITA DO IGUAÇU)*

SUBSISTEMA 3		AIQA									
CÓDIGO	RIO										
AI08	Atuba	0,97	POLUÍDO	0,96	POLUÍDO	0,96	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI09	Padilha	0,95	POLUÍDO	1,18	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI10	Barigüi	1,02	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI15	Belem	1,05	MUITO POL.	1,03	MUITO POL.	1,07	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO	1,10	MUITO POL.
AI19	Belem	1,11	MUITO POL.	1,18	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	1,15	MUITO POL.
AI55	Atuba	0,89	POLUÍDO	0,89	POLUÍDO	0,86	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI56	Belem	0,96	POLUÍDO	0,89	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI57	Barigüi	0,76	MED.POL.	0,76	MED.POL.	0,75	MED.POL.	0,77	MED.POL.	0,76	MED.POL.
AI58	Barigüi	0,84	POLUÍDO	0,79	MED.POL.	0,79	MED.POL.	0,79	MED.POL.	0,82	POLUÍDO
AI59	Uvu	0,95	POLUÍDO	0,87	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI60	Barigüi	1,01	MUITO POL.	0,89	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,84	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI61	Barigüi	1,12	MUITO POL.	0,98	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,96	POLUÍDO
AI62	Bacacheri	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI63	Bacacheri	1,01	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI64	Água Verde	1,01	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO	1,03	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO
AI65	Ivo	1,18	MUITO POL.	1,01	MUITO POL.	1,18	MUITO POL.			0,95	POLUÍDO
AI66	Vila Fany	1,01	MUITO POL.	1,20	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO			0,95	POLUÍDO
AI67	Vila Parolin	0,96	POLUÍDO	1,18	MUITO POL.	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO	0,95	POLUÍDO

TABELA 14 - RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NOS PONTOS AMOSTRAIS DO SUBSISTEMA 4 (TRIBUTÁRIOS DA MARGEM ESQUERDA DO IGUAÇU)*

SUBSISTEMA 4		AIQA									
CÓDIGO	RIO	Mar92-Fev95		Mar95-Fev97		Mar97-Fev99		Mar99-Fev01		Mar01-Fev05	
AI23	Maurício	0,70	MED.POL.	0,25	BOA	0,25	BOA	0,71	MED.POL.	0,76	MED.POL.
AI26	Despique	0,65	MED.POL.	0,26	BOA	0,41	POUCO POL.	0,51	POUCO POL.	0,64	MED.POL.
AI51	Cotia	1,01	MUITO RUIM	0,40	BOA	0,15	MUITO BOA	0,25	BOA	0,77	MED.POL.
AI52	dos Patos	0,48	POUCO POL.	0,50	POUCO POL.	0,70	MED.POL.	0,75	MED.POL.	0,75	MED.POL.
AI53	Maurício	0,77	MED.POL.	0,50	POUCO POL.	0,41	POUCO POL.	0,25	BOA	0,75	MED.POL.
AI54	Faxinal	0,51	POUCO POL.	0,50	POUCO POL.	0,40	BOA	0,83	MED.POL.	0,76	MED.POL.

0,0 – 0,2	Qualidade das águas compatível com CLASSE 1 (Resolução CONAMA 20/86)
0,2 – 0,4	Qualidade das águas compatível com CLASSE 2 (Resolução CONAMA 20/86)
0,4 – 0,6	Qualidade das águas compatível com CLASSE 3 (Resolução CONAMA 20/86)
0,6 – 0,8	Qualidade das águas compatível com CLASSE 3 (Resolução CONAMA 20/86)
0,8 – 1,0	Qualidade das águas compatível com CLASSE 4 (Resolução CONAMA 20/86)
1,0 – 1,4	Qualidade das águas FORA DE CLASSE (Resolução CONAMA 20/86)

TABELA 15 - RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NOS PONTOS AMOSTRAIS DO SUBSISTEMA 5 (VERDE / PASSAÚNA)*

SUBSISTEMA 5		AIQA									
CÓDIGO	RIO	Mar92-Fev95		Mar95-Fev97		Mar95-Fev97		Mar95-Fev97		Mar95-Fev97	
AI 11	Passaúna	0,67	MED. POL.	0,76	MED. POL.	0,84	POLUÍDA	0,82	POLUÍDA	0,95	POLUÍDA
AI 12	Verde	0,89	POLUÍDA	0,45	POUCO POL.	0,76	MED. POL.	0,51	POUCO POL.	0,77	MED. POL.
AI 27	Passaúna	0,63	MED. POL.	0,27	BOA	0,14	MUITO BOA	0,76	MED. POL.	0,56	POUCO POL.
AI 28	Passaúna	0,85	POLUÍDA	0,75	MED. POL.	0,82	POLUÍDA	0,76	MED. POL.	0,75	MED. POL.
AI 29	Passaúna	0,87	POLUÍDA	0,76	MED. POL.	0,50	POUCO POL.	0,71	MED. POL.	0,77	MED. POL.
AI 30	Passaúna	0,96	POLUÍDA	0,78	MED. POL.	0,77	MED. POL.	0,76	MED. POL.	0,82	POLUÍDA
AI 31	Cacheirinha	0,81	POLUÍDA	0,75	MED. POL.	0,75	MED. POL.	0,76	MED. POL.	0,84	POLUÍDA
AI 32	Passaúna	0,82	POLUÍDA	0,75	MED. POL.	0,77	MED. POL.	0,89	POLUÍDA	0,76	MED. POL.
AI 33	Cachoeira	0,87	POLUÍDA	0,75	MED. POL.	0,7	MED. POL.	0,85	POLUÍDA	0,76	MED. POL.
AI 34	Sem Nome	0,84	POLUÍDA	0,80	POLUÍDA	0,56	POUCO POL.	0,58	POUCO POL.	0,70	MED. POL.
AI 35	Ferraria	0,78	MED. POL.	0,78	MED. POL.	0,75	MED. POL.	0,86	POLUÍDA	0,80	POLUÍDA
AI 36	Passaúna	0,41	POUCO POL.	0,1	MUITO BOA	0,35	BOA	0,58	POUCO POL.	0,75	MED. POL.
AI 37	Passaúna	0,52	POUCO POL.	0,45	POUCO POL.	0,6	POUCO POL.	0,89	POLUÍDA	0,95	POLUÍDA
AI 68	Cambui	0,96	POLUÍDA	1,18	MUITO POL.	0,95	POLUÍDA	0,95	POLUÍDA	0,95	POLUÍDA

TABELA 16 - RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NAS ESTAÇÕES DE COLETA DO SUBSISTEMA 6 (MIRINGUAVA)*

SUBSISTEMA 6		AIQA									
CÓDIGO	RIO	Mar92-Fev95		Mar95-Fev97		Mar97-Fev99		Mar99-Fev01		Mar01-Fev05	
AI07	Miringuava	0,79	MED. POL.	0,68	MED. POL.	0,27	BOA	0,25	BOA		
AI38	Miringuava	0,81	POLUÍDO	0,61	MED. POL.	0,51	POUCO POL.	0,45	POUCO POL.		
AI50	Miringuava-mirim	0,65	MED. POL.	0,60	POUCO POL.	0,66	MED. POL.	0,45	POUCO POL.		

Para melhor observar a variação da qualidade das águas de cada um dos pontos amostrais nos períodos amostrais considerados, são também apresentadas as Figuras 9 a 76. Os gráficos mostram a variação dos valores medianos dos valores do AIQA, ordenados por subsistema.

0,0 – 0,2	Qualidade das águas compatível com CLASSE 1 (Resolução CONAMA 20/86)
0,2 – 0,4	Qualidade das águas compatível com CLASSE 2 (Resolução CONAMA 20/86)
0,4 – 0,6	Qualidade das águas compatível com CLASSE 3 (Resolução CONAMA 20/86)
0,6 – 0,8	Qualidade das águas compatível com CLASSE 3 (Resolução CONAMA 20/86)
0,8 – 1,0	Qualidade das águas compatível com CLASSE 4 (Resolução CONAMA 20/86)
1,0 – 1,4	Qualidade das águas FORA DE CLASSE (Resolução CONAMA 20/86)

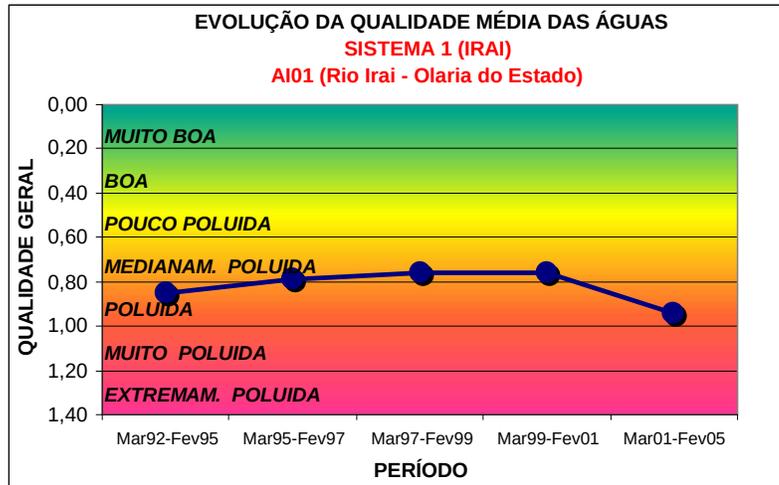


FIGURA 9 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI01)

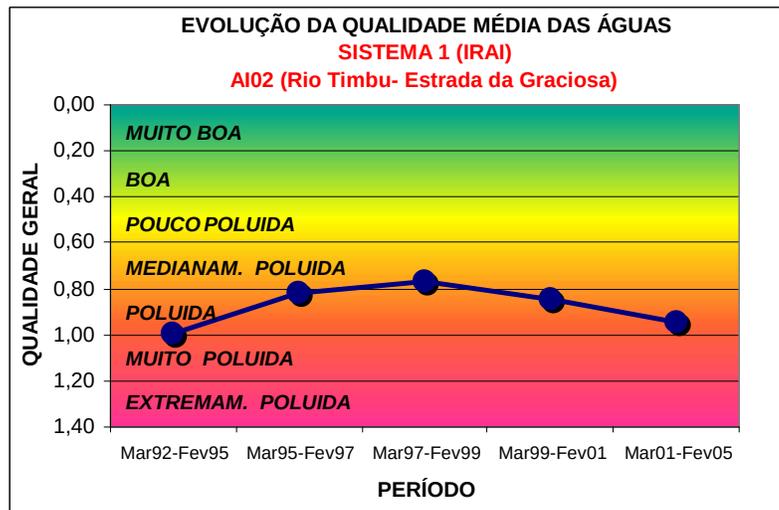


FIGURA 10 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI02)

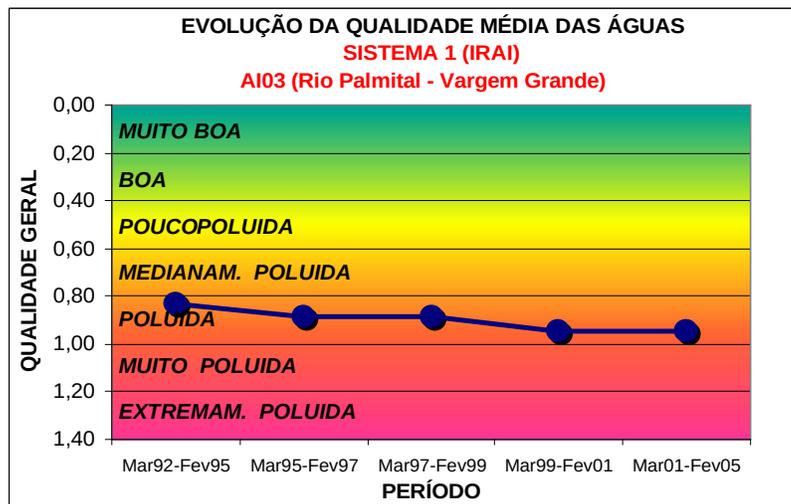


FIGURA 11 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI03)

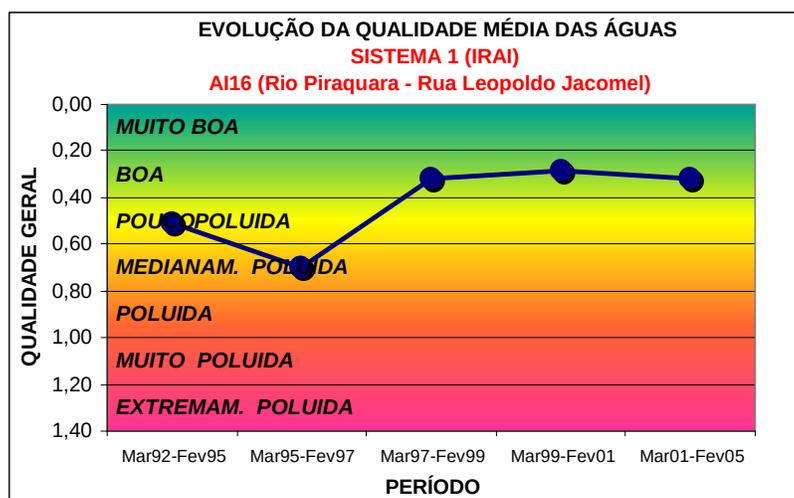


FIGURA 12 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI16)

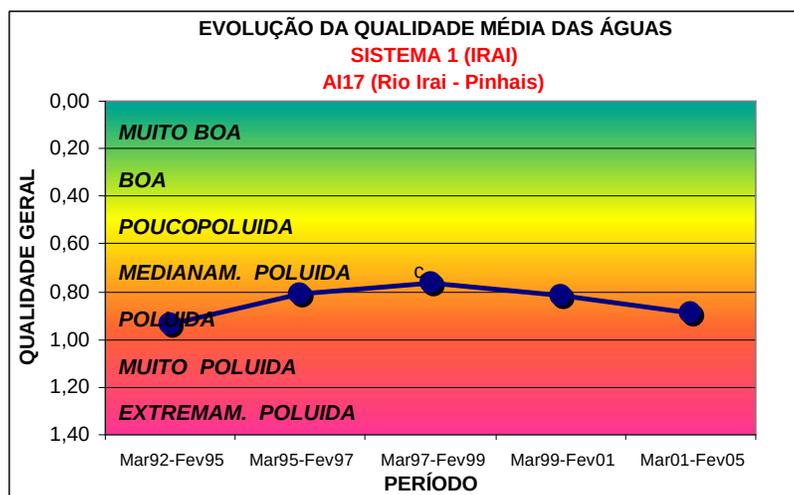


FIGURA 13 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI17)

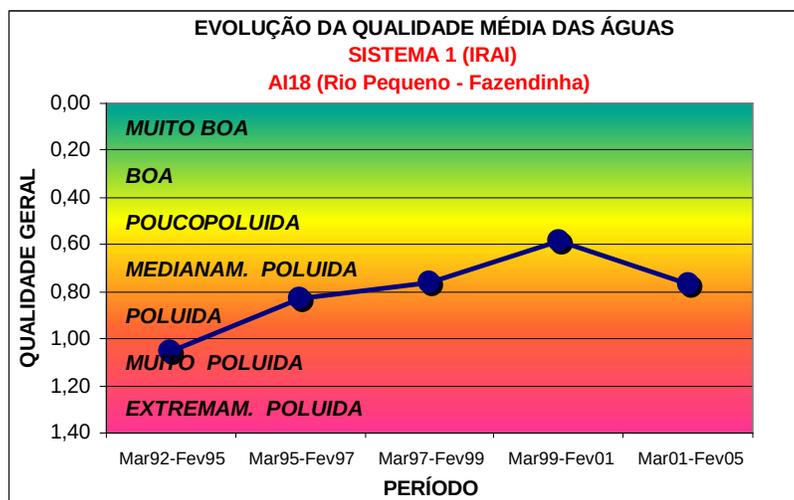


FIGURA 14 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI18)

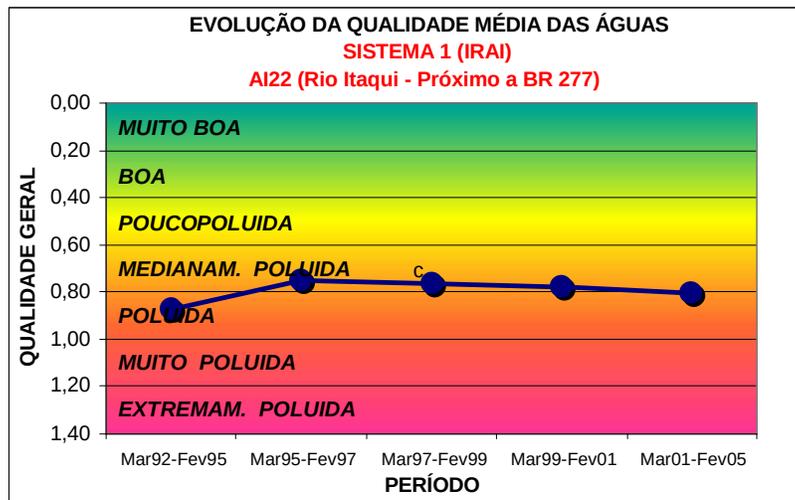


FIGURA 15 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI22)

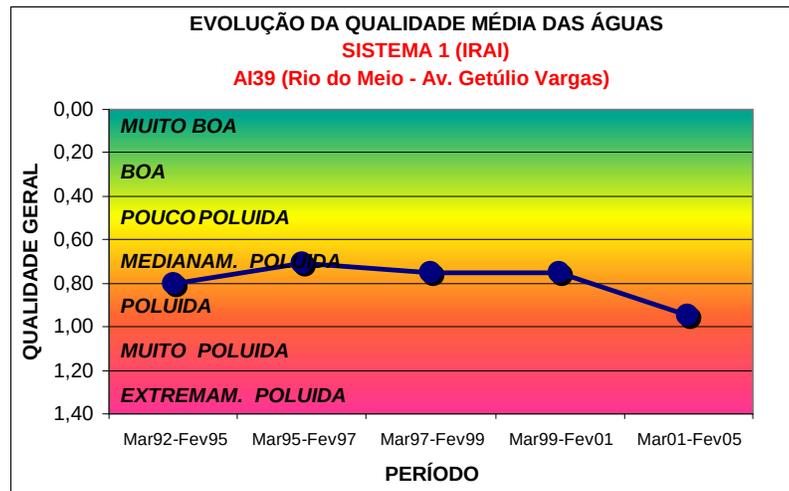


FIGURA 16 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI39)

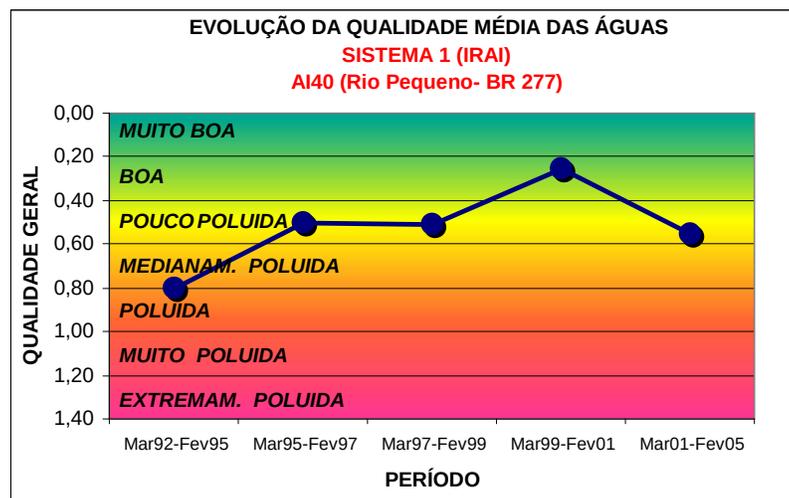


FIGURA 17 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI40)

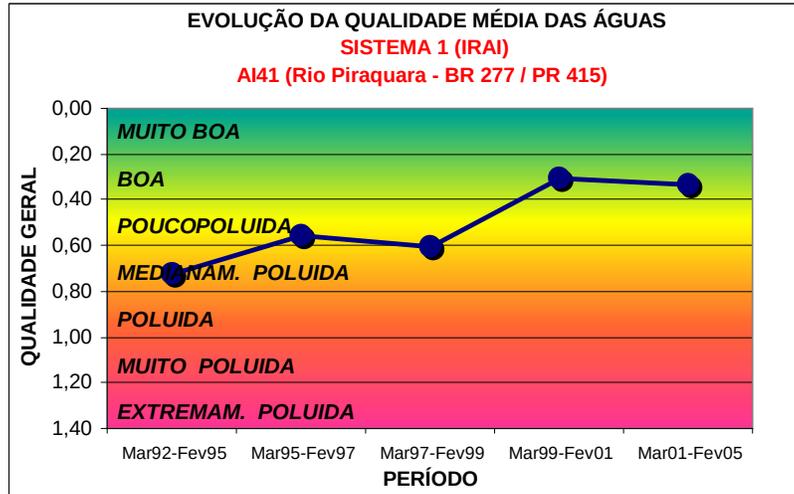


FIGURA 18 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI41)

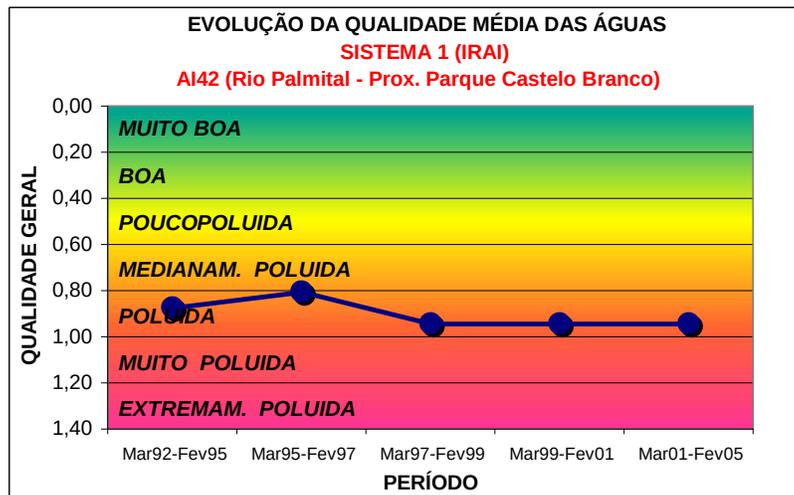


FIGURA 19 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI42)

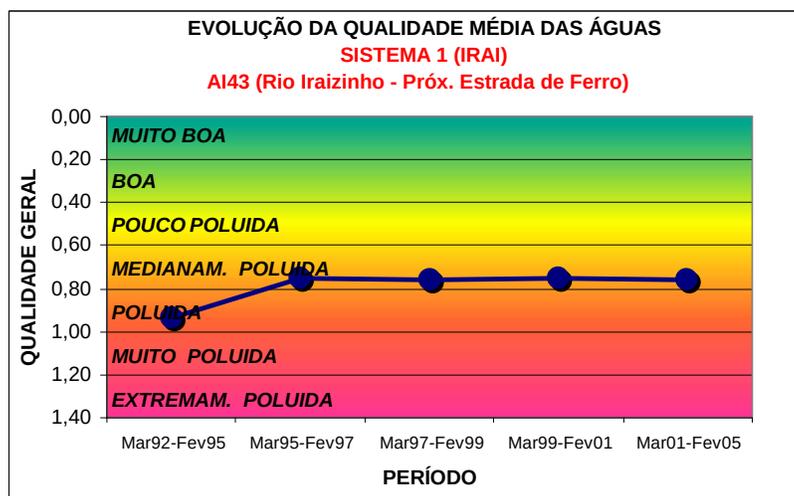


FIGURA 20 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI43)

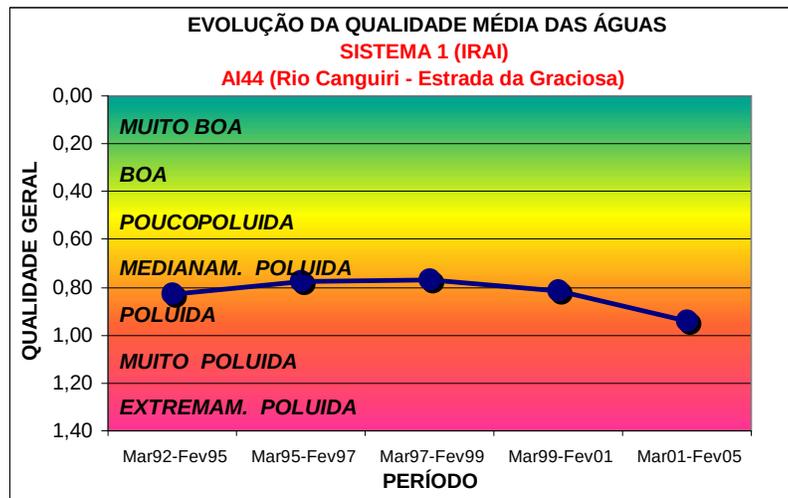


FIGURA 21 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI44)

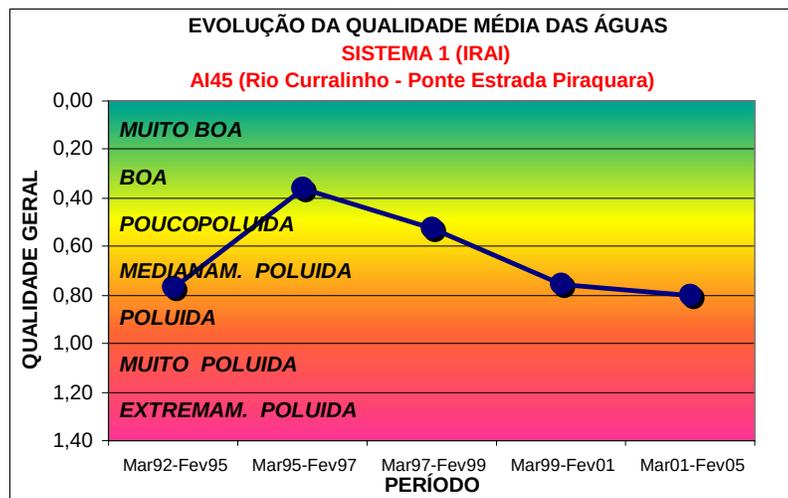


FIGURA 22 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI45)

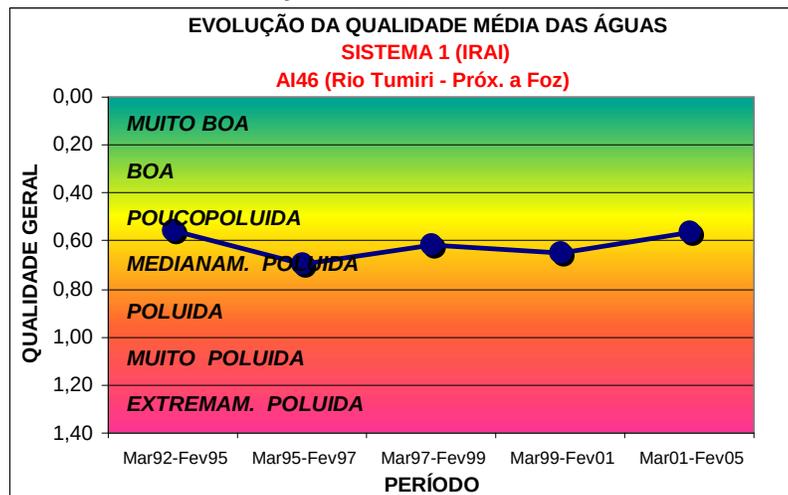


FIGURA 23 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI46)

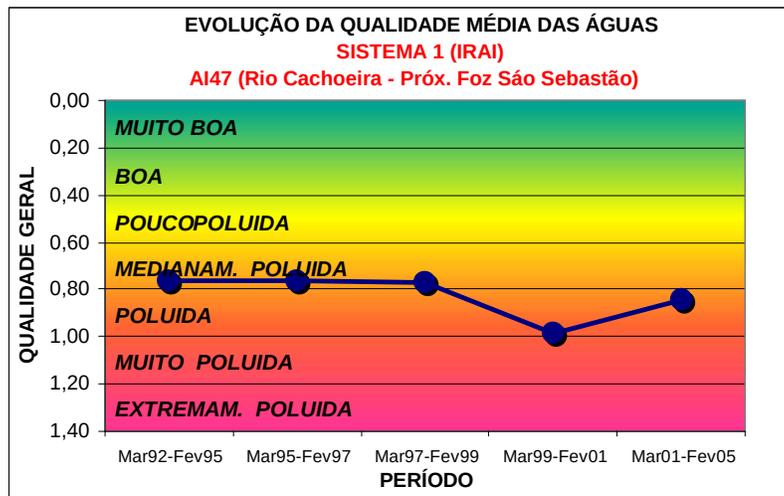


FIGURA 24 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI47)

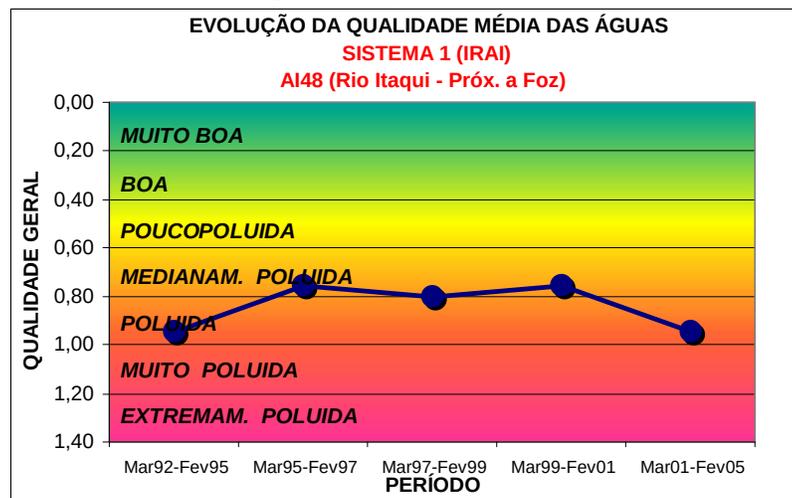


FIGURA 25 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI48)

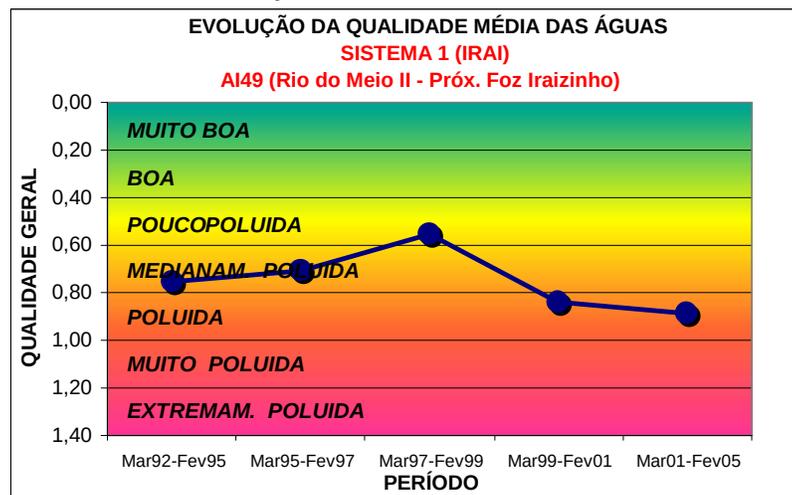


FIGURA 26 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI49)

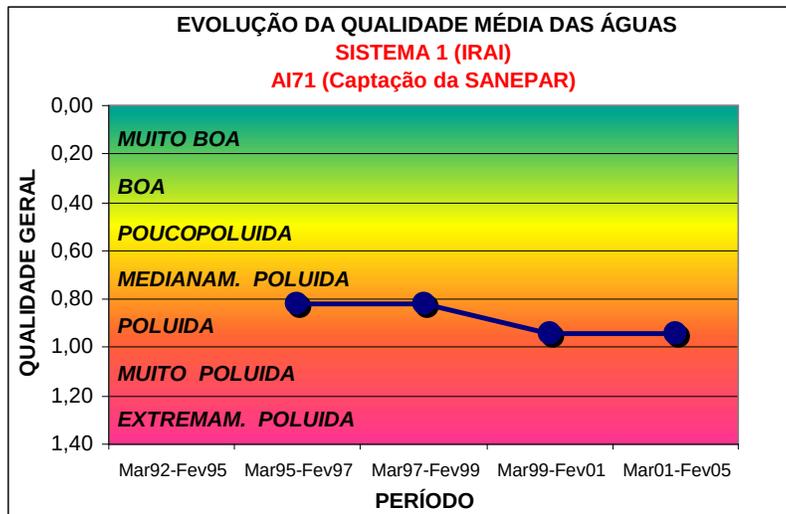


FIGURA 27 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI71)

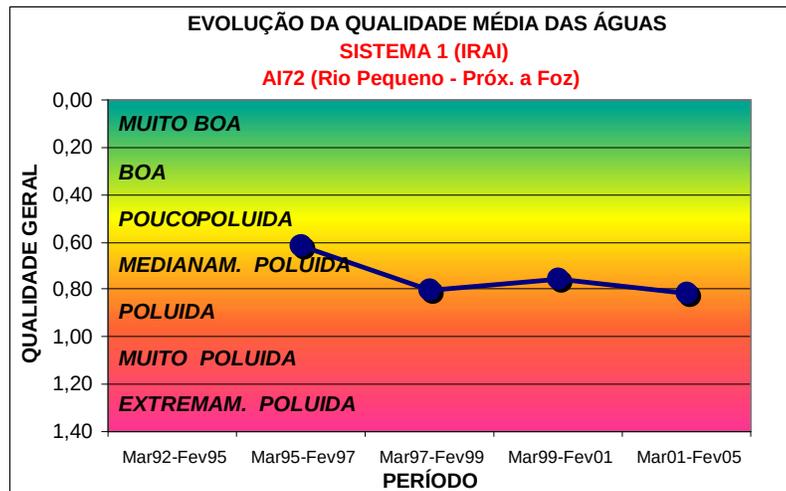


FIGURA 28 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI72)

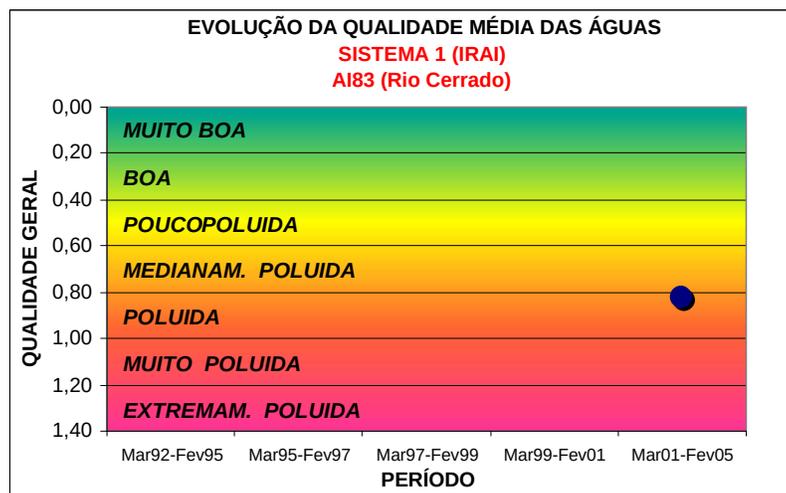


FIGURA 29 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI83)

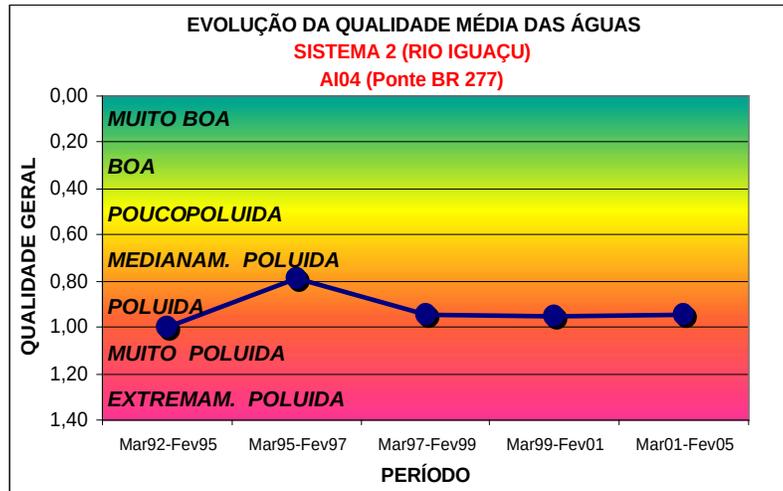


FIGURA 30 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI04)

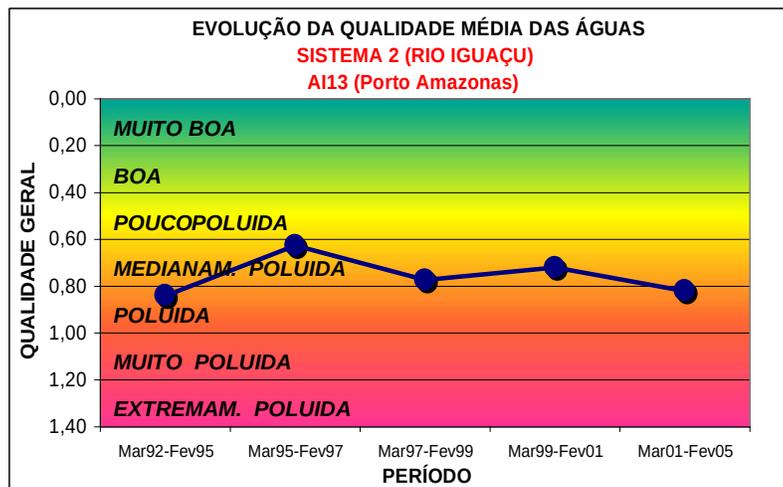


FIGURA 31 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI13)

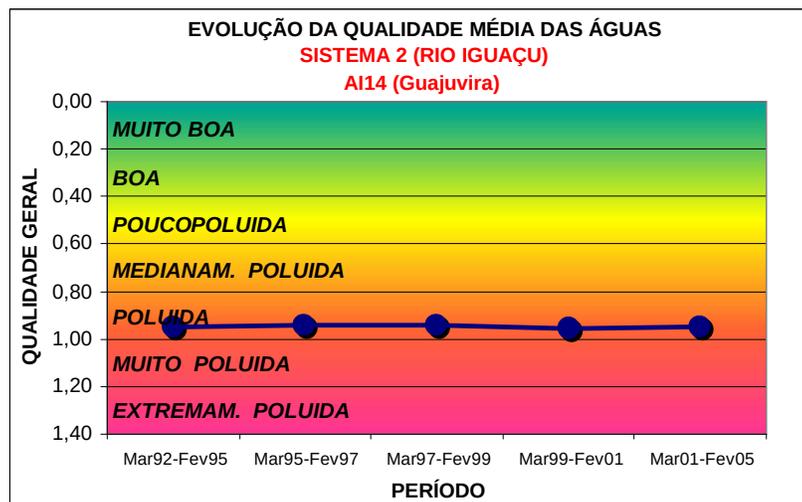


FIGURA 32 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI14)

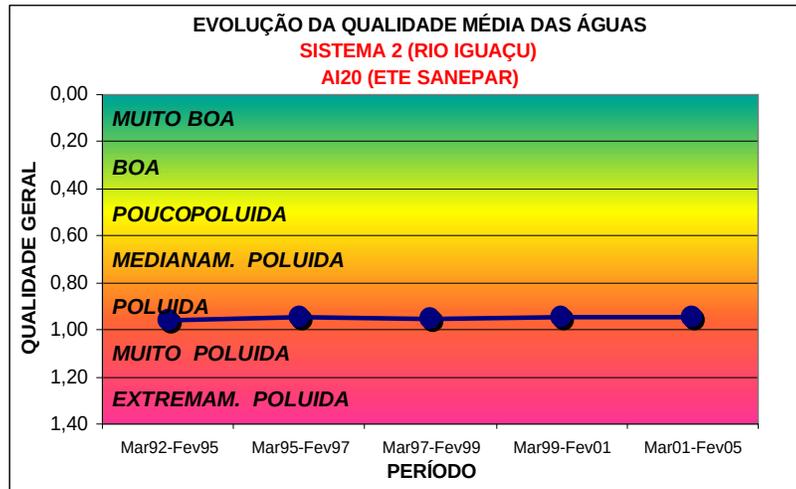


FIGURA 33 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI20)

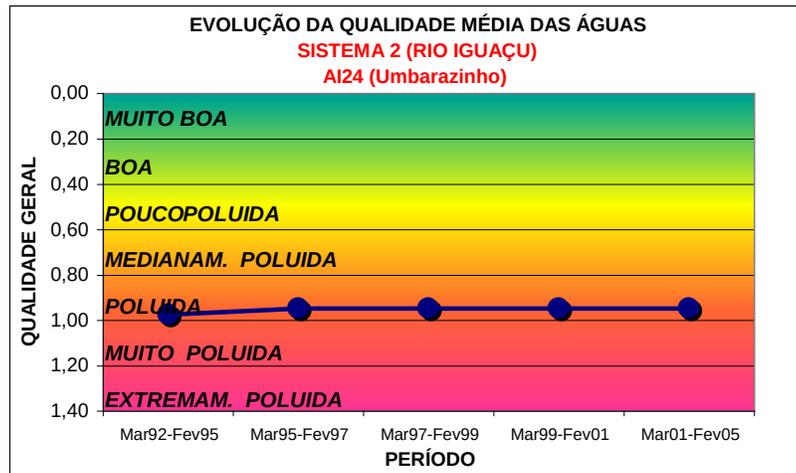


FIGURA 34 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI24)

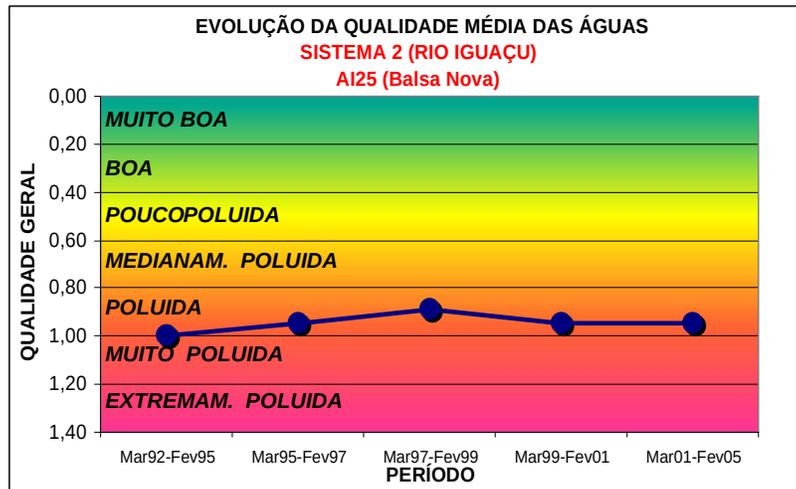


FIGURA 35 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI25)

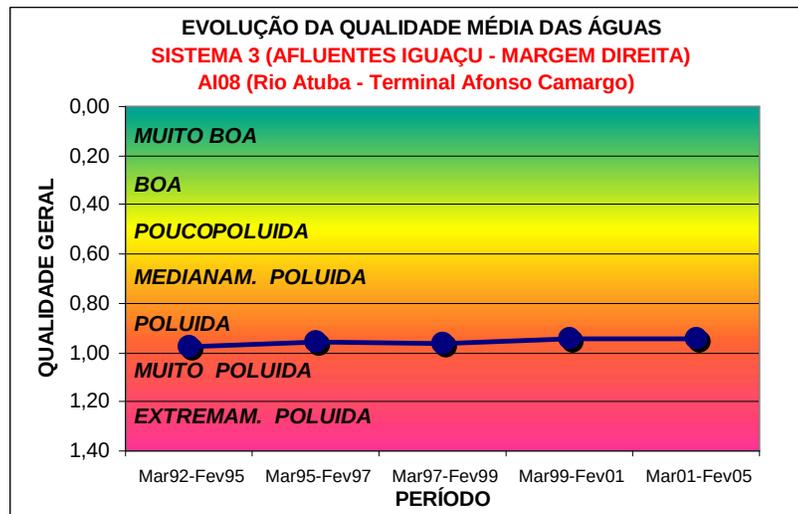


FIGURA 36 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI08)

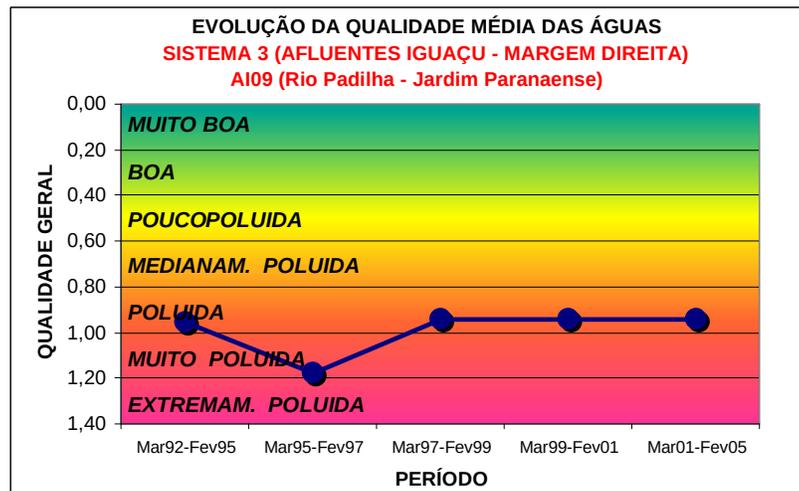


FIGURA 37 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI09)

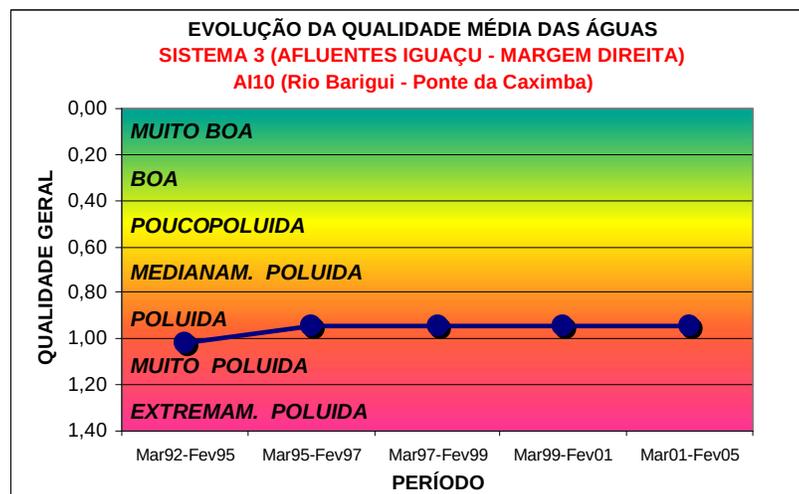


FIGURA 38 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI10)

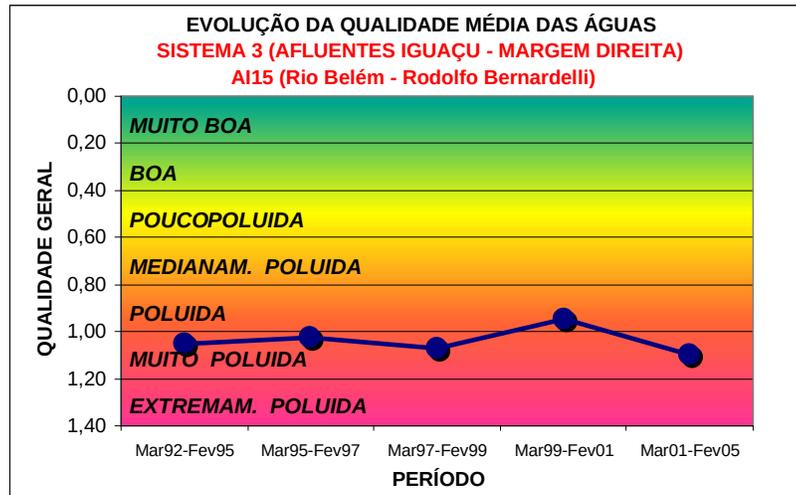


FIGURA 39 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI15)

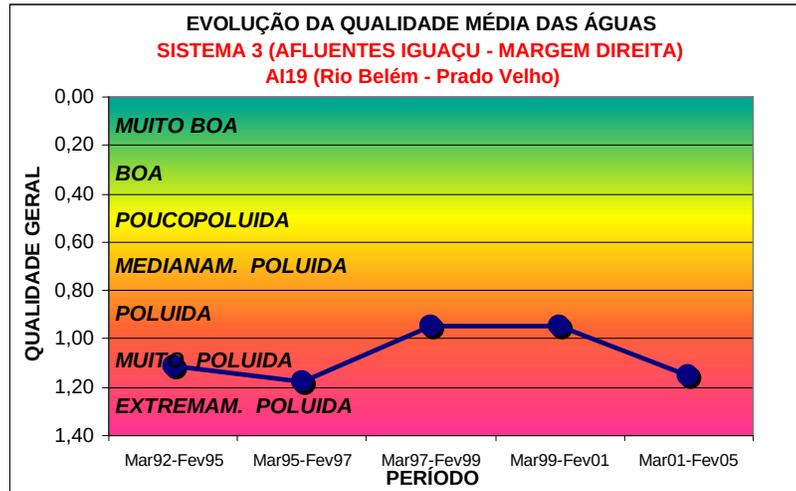


FIGURA 40 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI19)

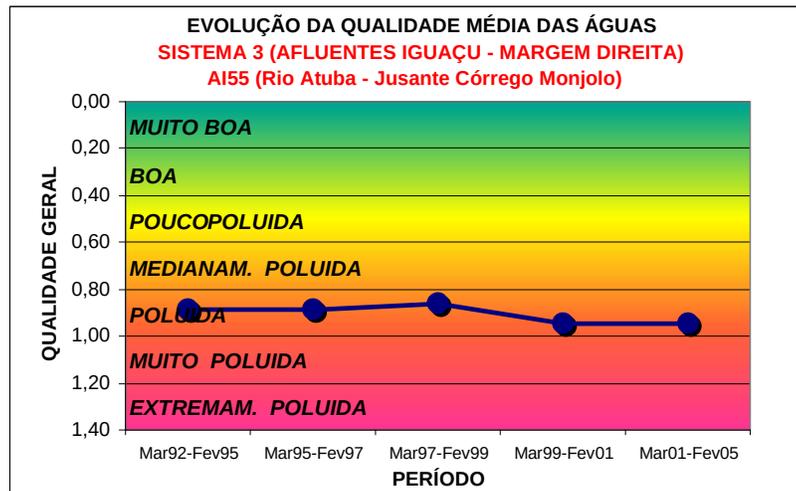


FIGURA 41 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI55)

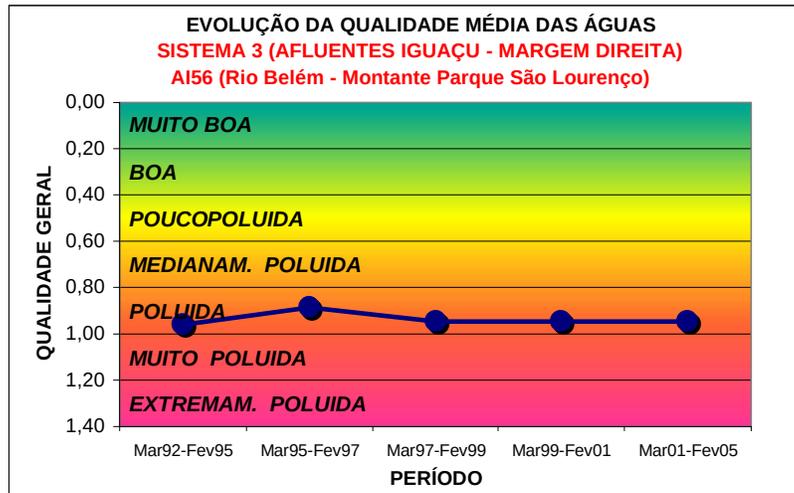


FIGURA 42 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI56)

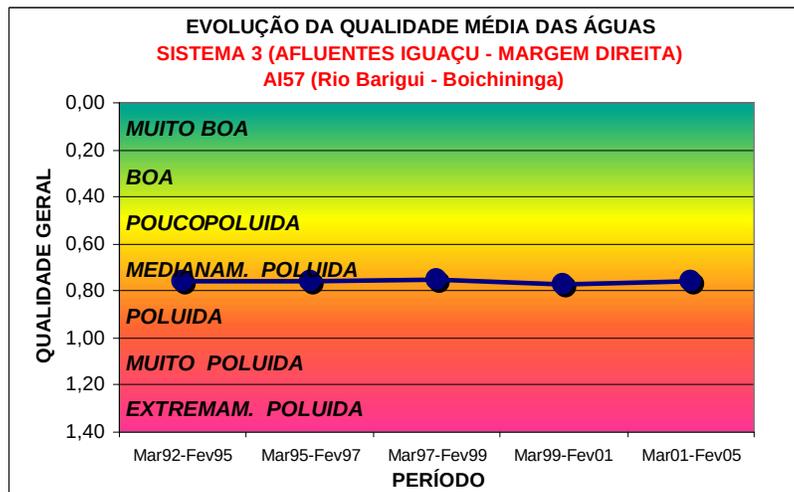


FIGURA 43 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI57)

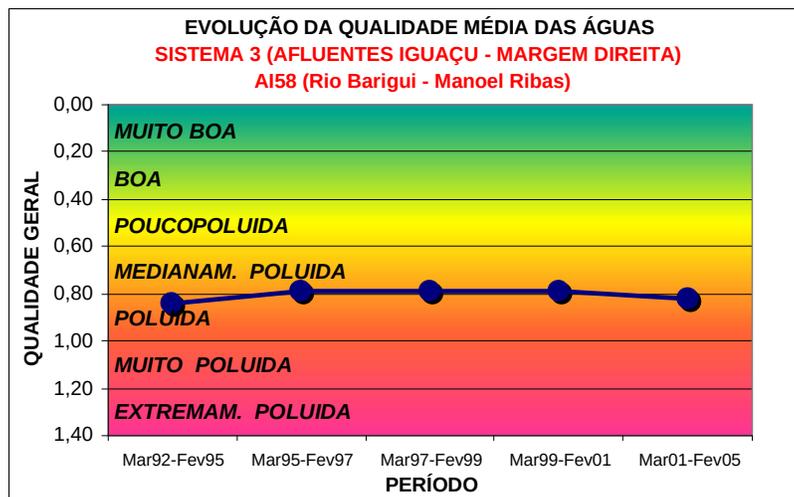


FIGURA 44 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI58)

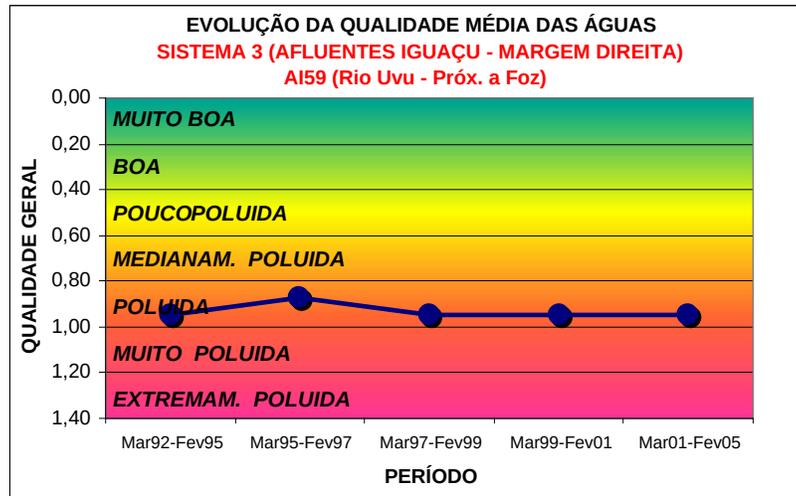


FIGURA 45 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI59)

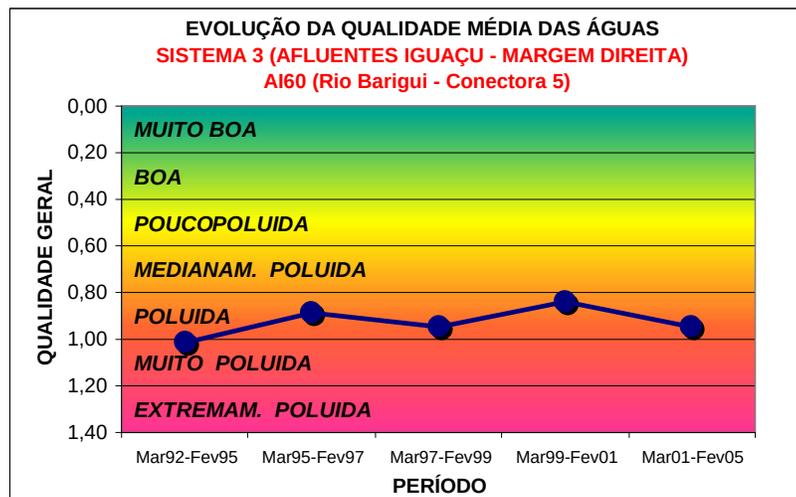


FIGURA 46 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI60)

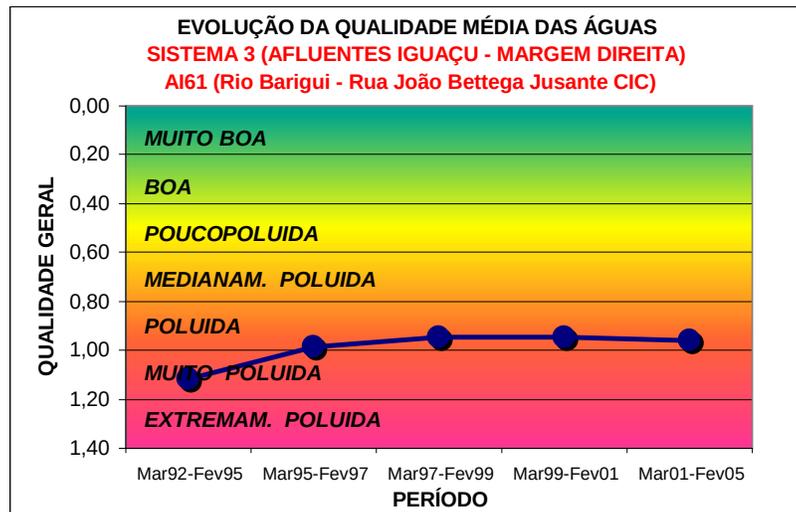


FIGURA 47 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI61)

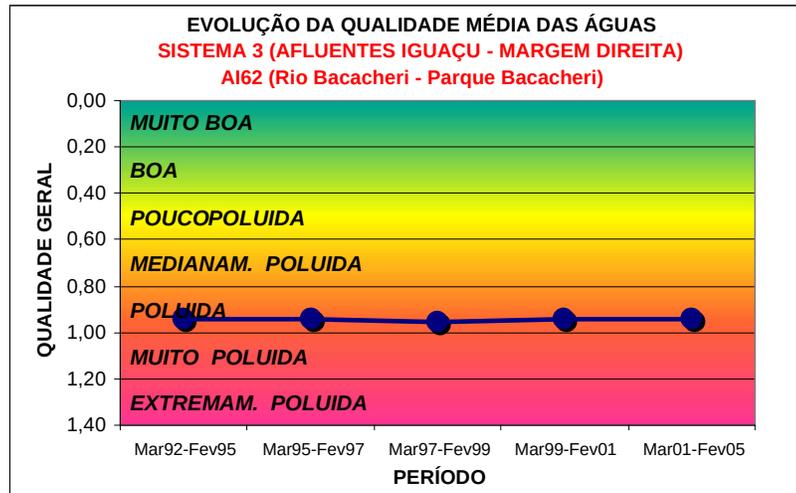


FIGURA 48 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI62)

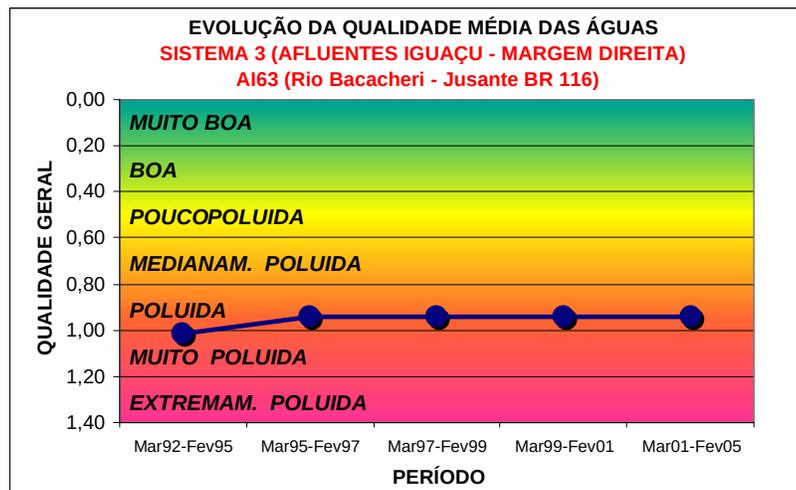


FIGURA 49 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI63)

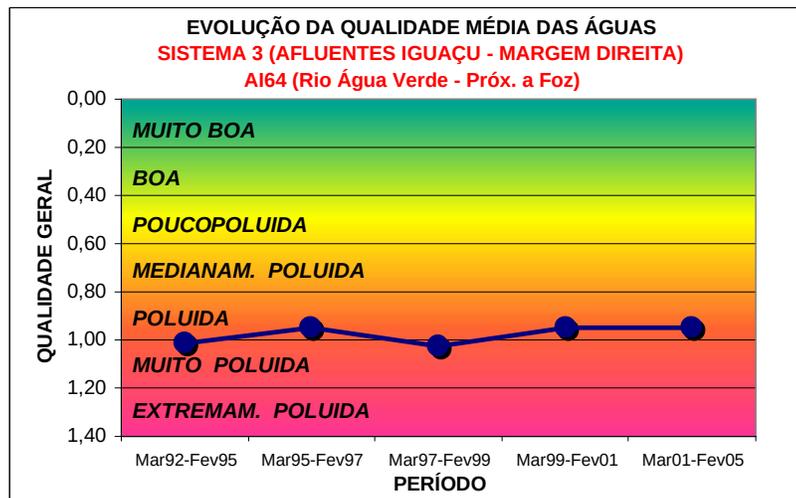


FIGURA 50 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI64)

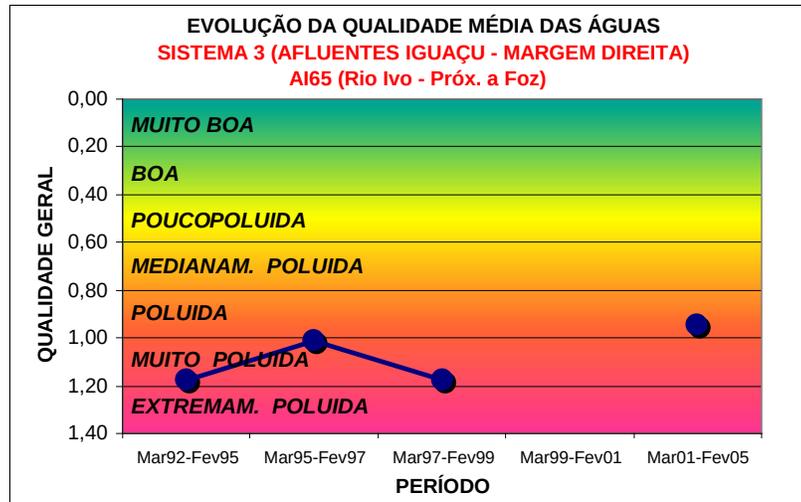


FIGURA 51 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI65)

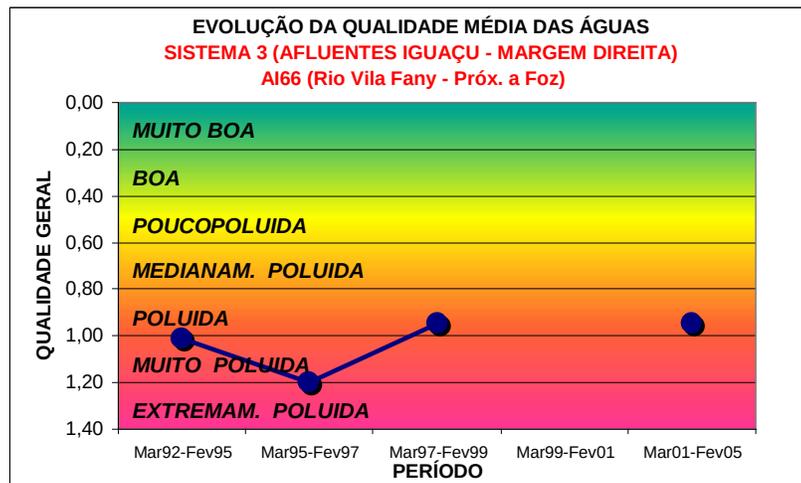


FIGURA 52 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI66)

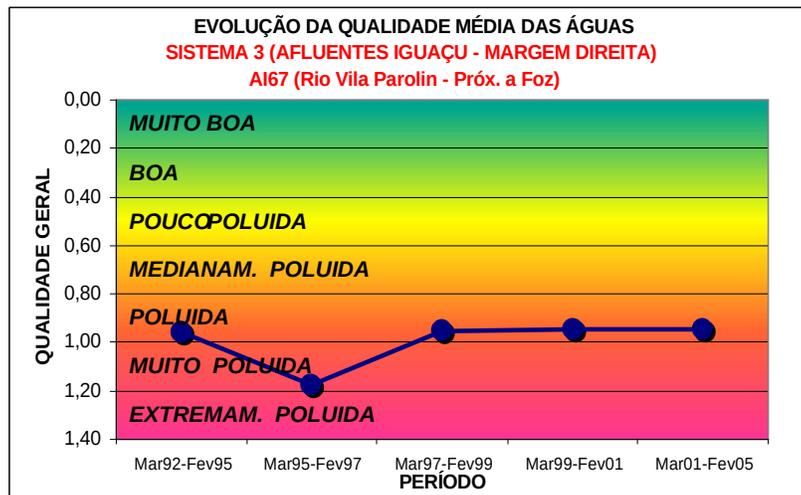


FIGURA 53 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI67)

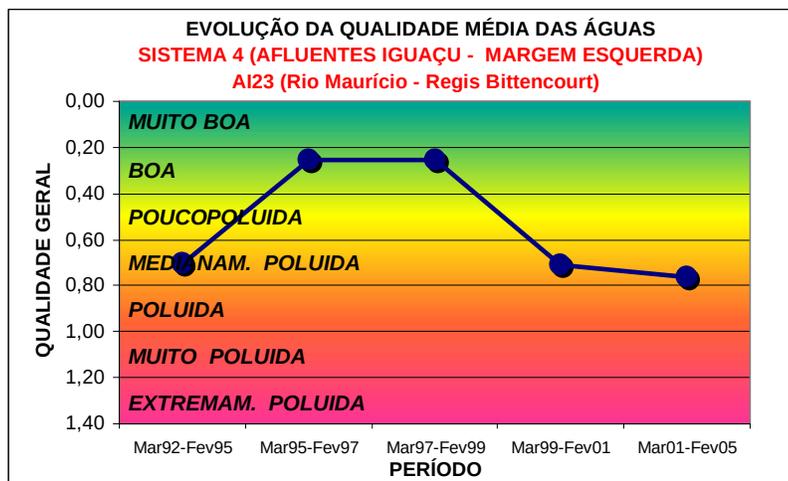


FIGURA 54 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI23)

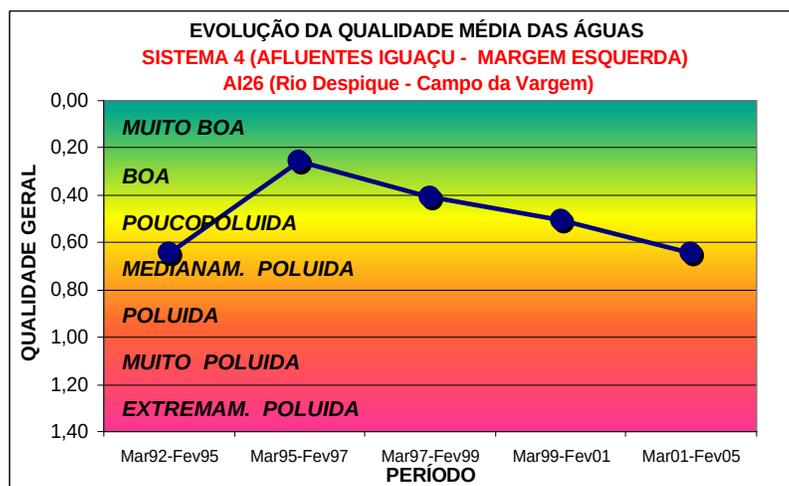


FIGURA 55 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI26)

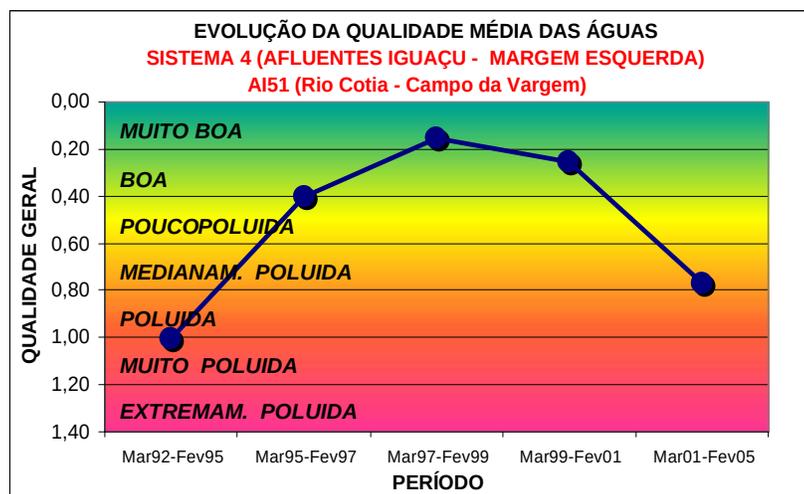


FIGURA 56 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI51)

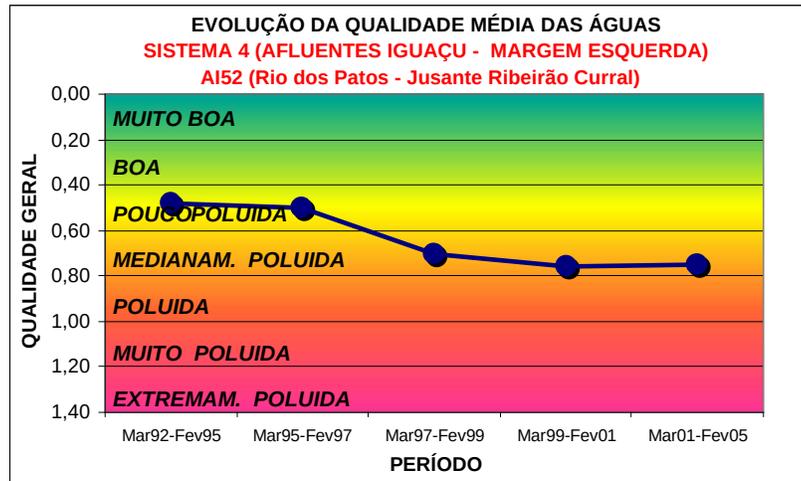


FIGURA 57 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI52)

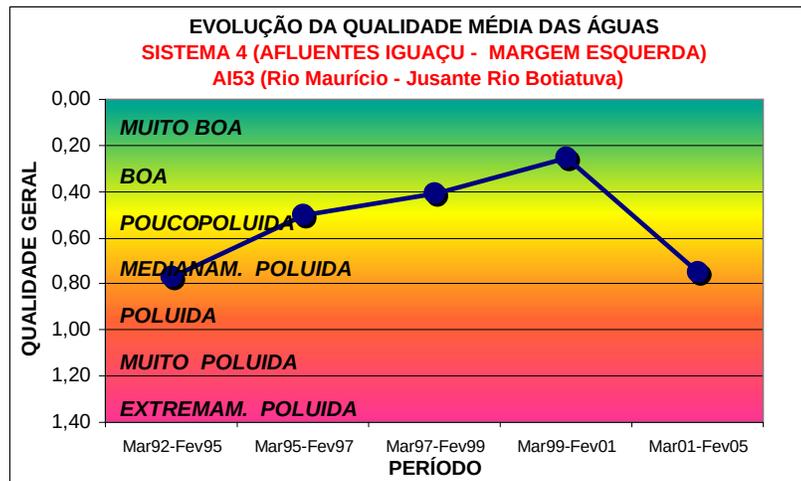


FIGURA 58 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI53)

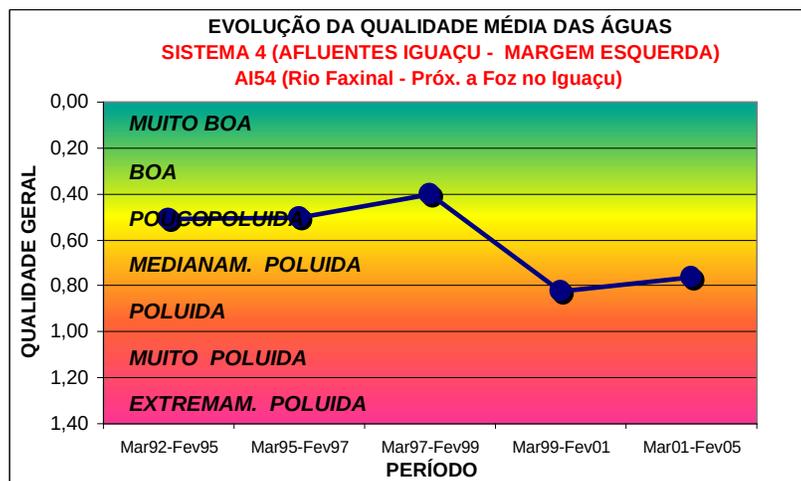


FIGURA 59 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI54)

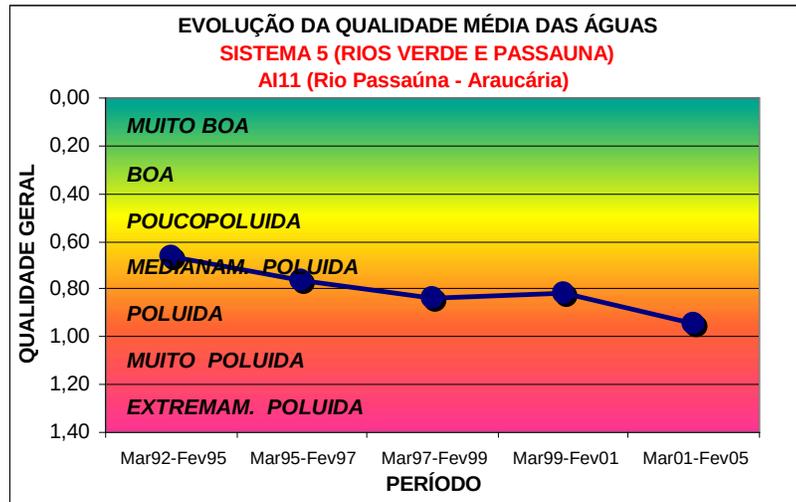


FIGURA 60 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI11)

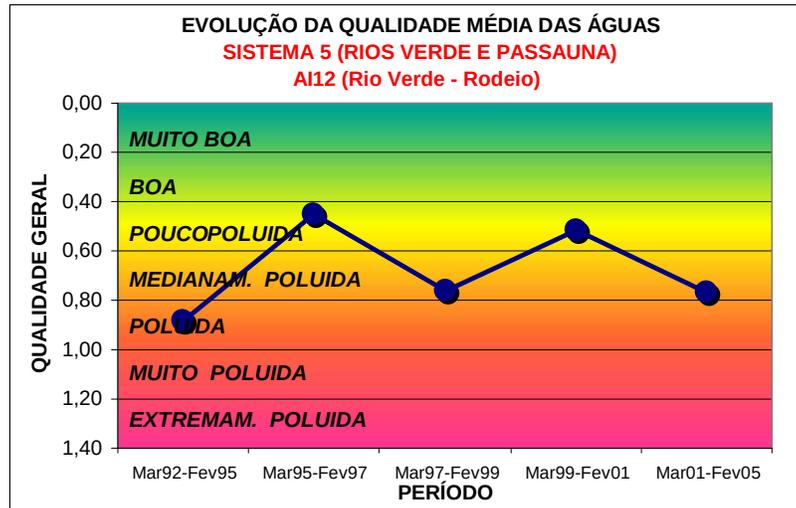


FIGURA 61 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI12)

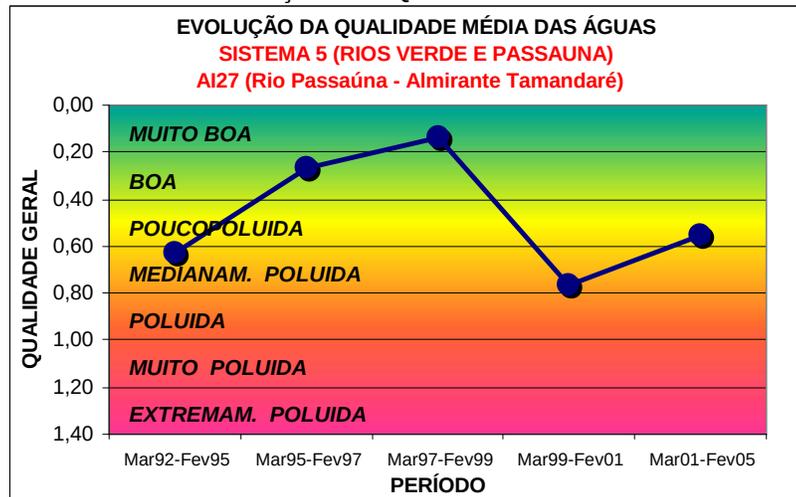


FIGURA 62 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI27)

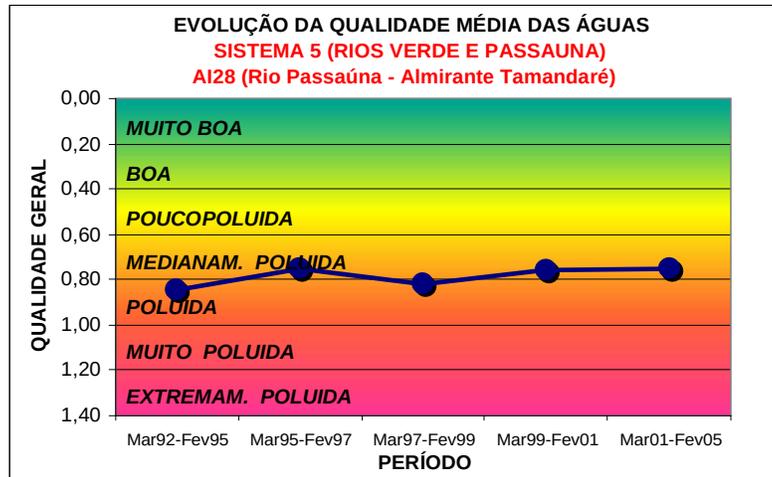


FIGURA 63 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI28)

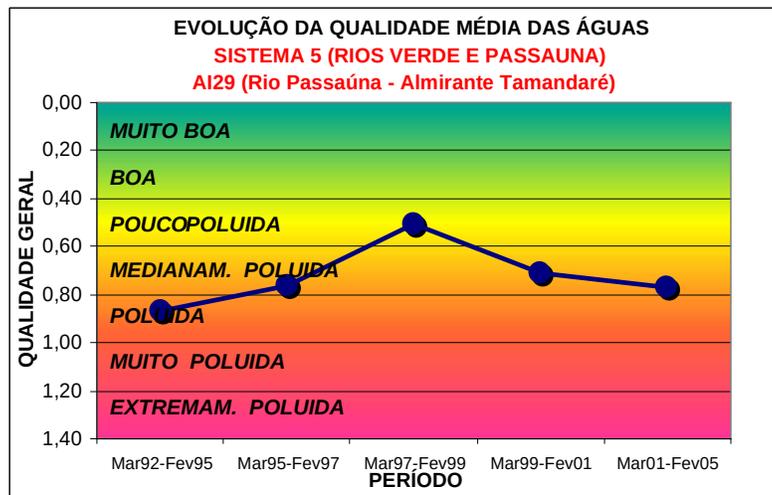


FIGURA 64 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI29)

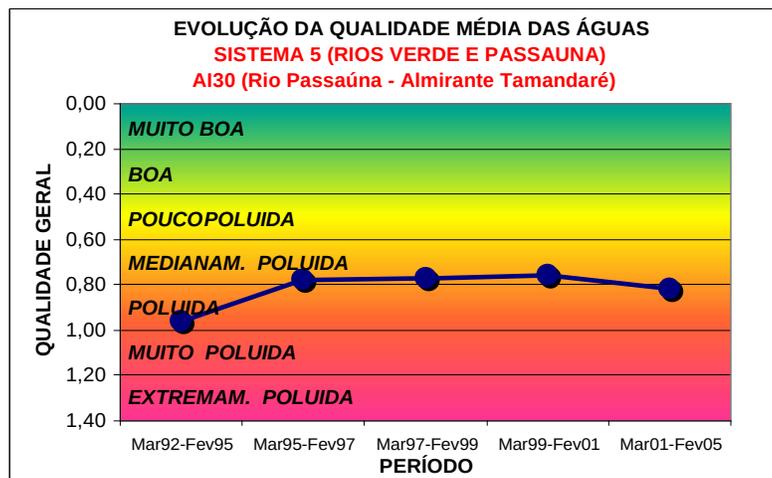


FIGURA 65 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI30)

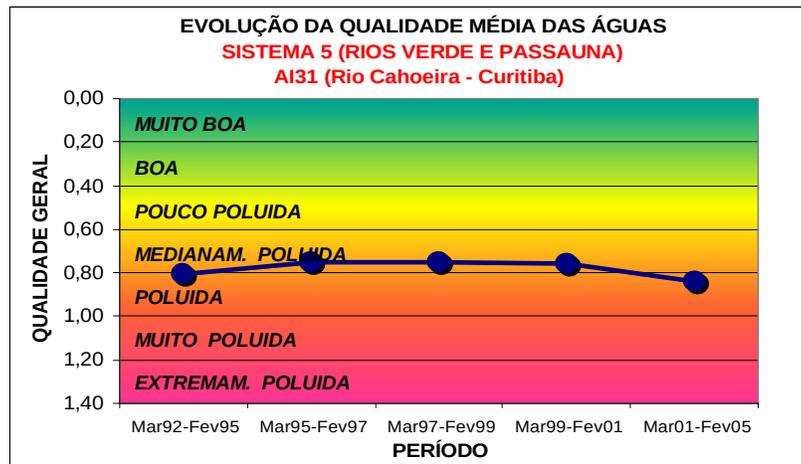


FIGURA 66 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI31)

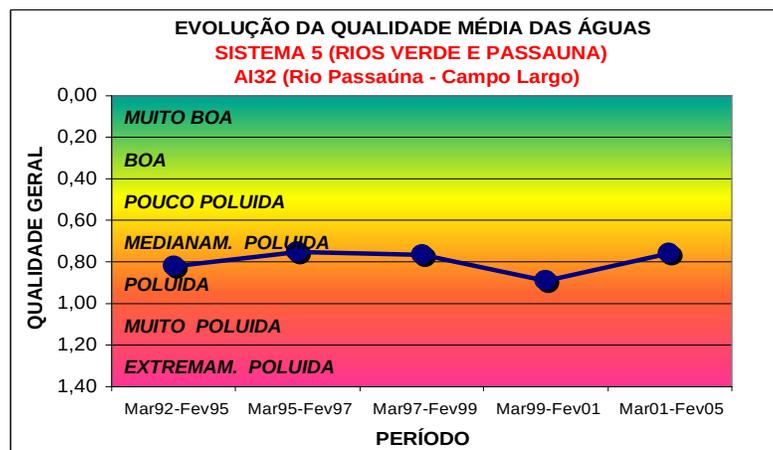


FIGURA 67 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI32)

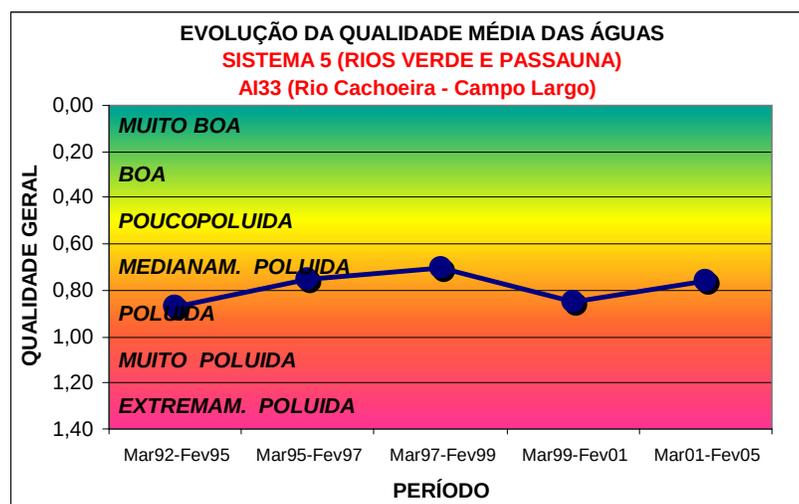


FIGURA 68 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI33)

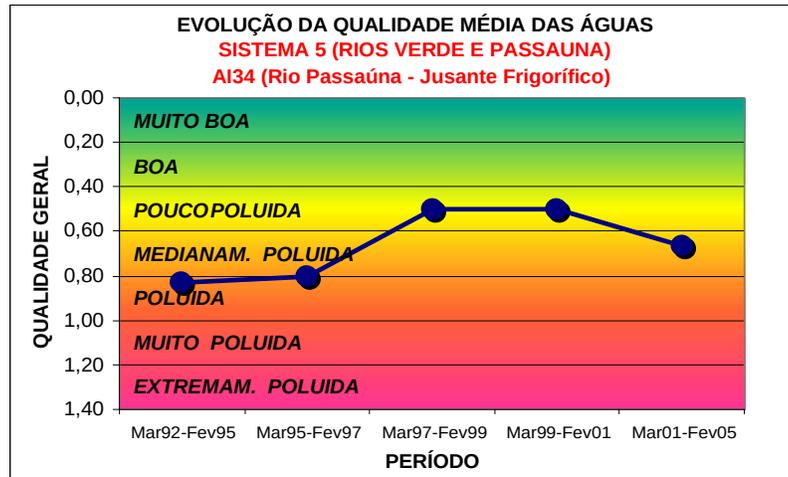


FIGURA 69 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI34)

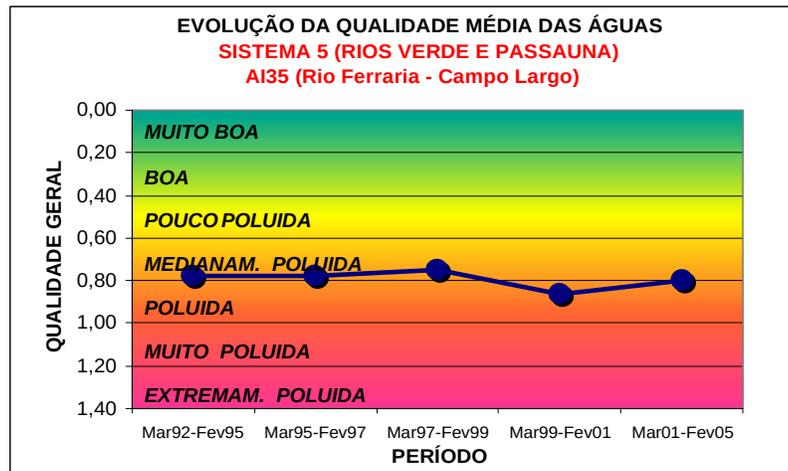


FIGURA 70 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI35)

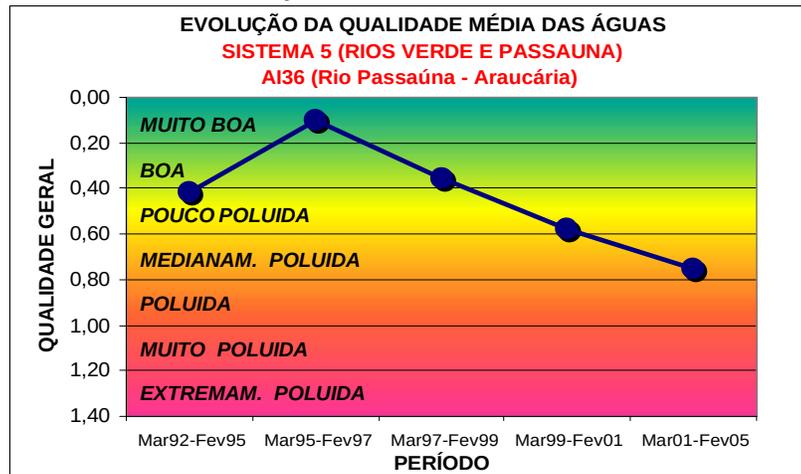


FIGURA 71 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI36)

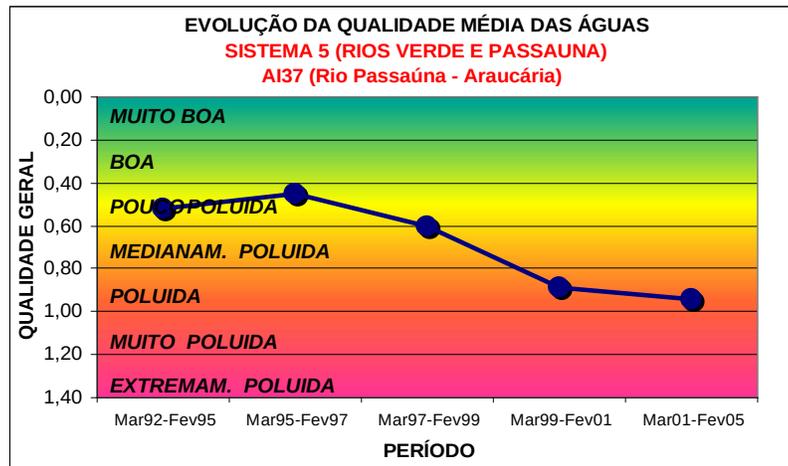


FIGURA 72 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI37)

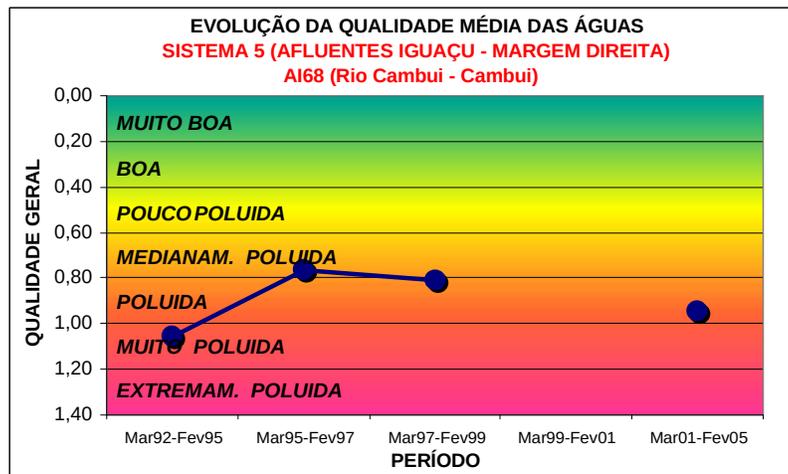


FIGURA 73 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI68)

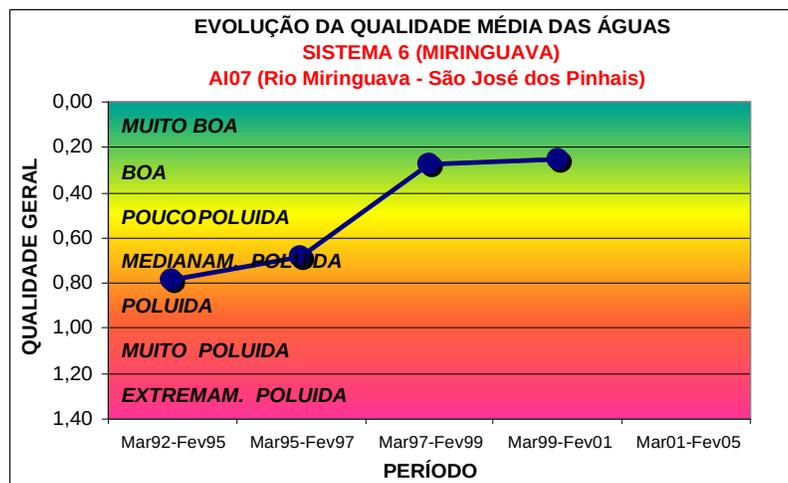


FIGURA 74 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI07)

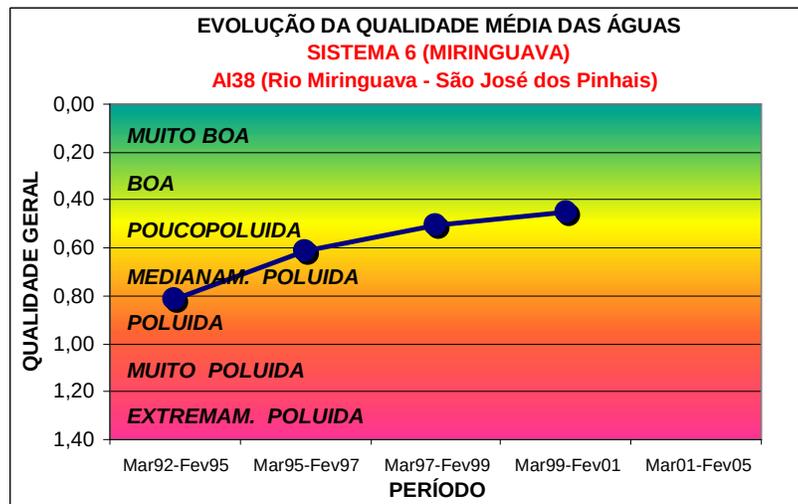


FIGURA 75 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI38)

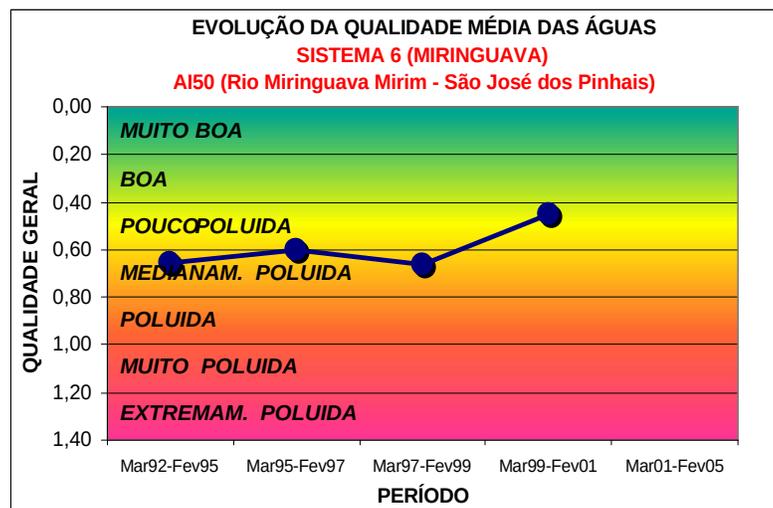


FIGURA 76 – EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS (AI50)

A partir dos resultados obtidos para cada trecho de rio monitorado, procurou-se representar a qualidade mediana em cada um dos subsistemas considerados. Os gráficos das Figuras 77 a 82 ilustram a mediana dos valores de AIQA calculados para cada período amostral, demonstrando sua variação temporal.

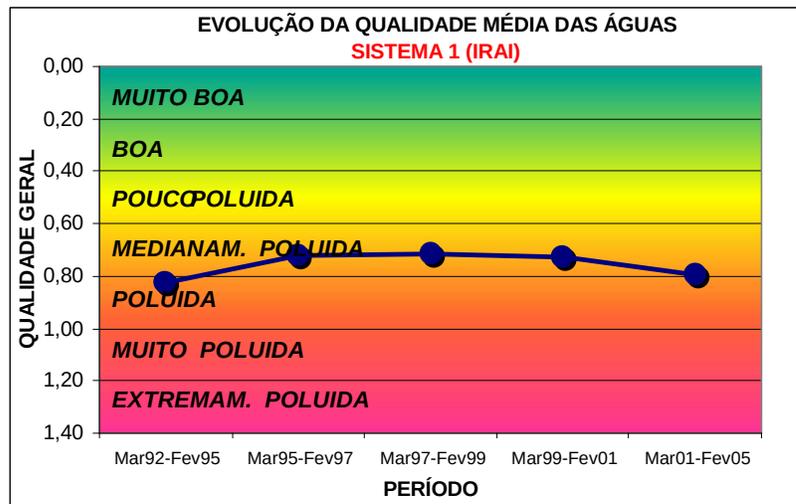


FIGURA 77 – EVOLUÇÃO DO AIQA PARA O SUBSISTEMA 1

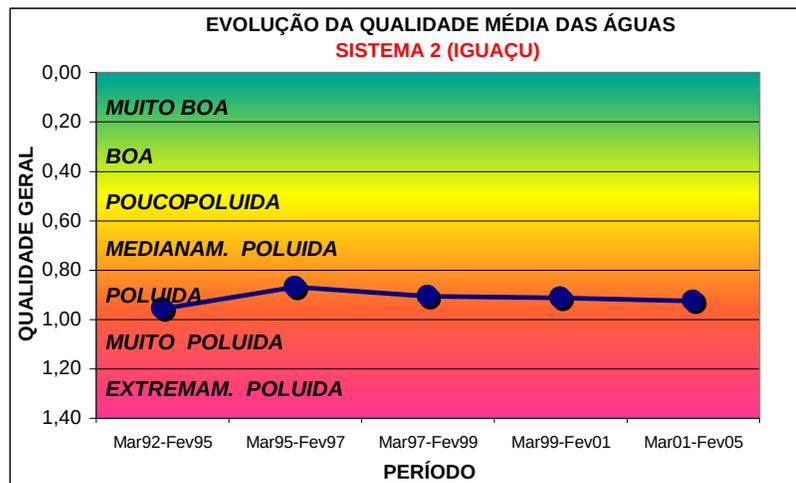


FIGURA 78 – EVOLUÇÃO DO AIQA PARA O SUBSISTEMA 2

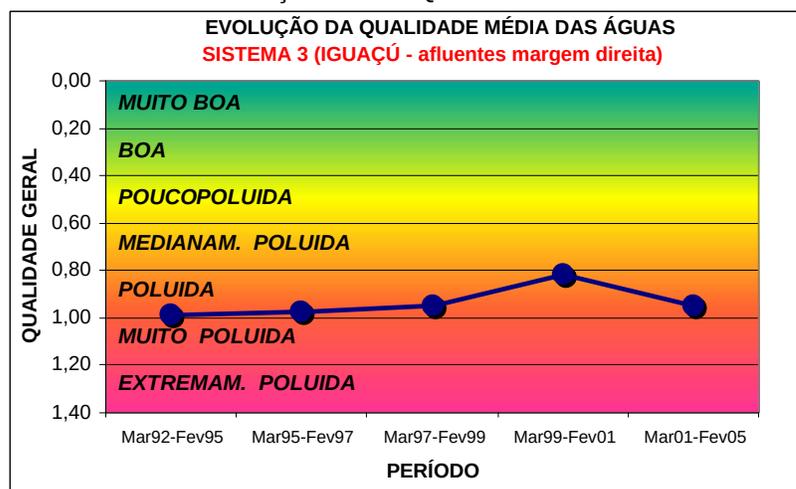


FIGURA 79 – EVOLUÇÃO DO AIQA PARA O SUBSISTEMA 3

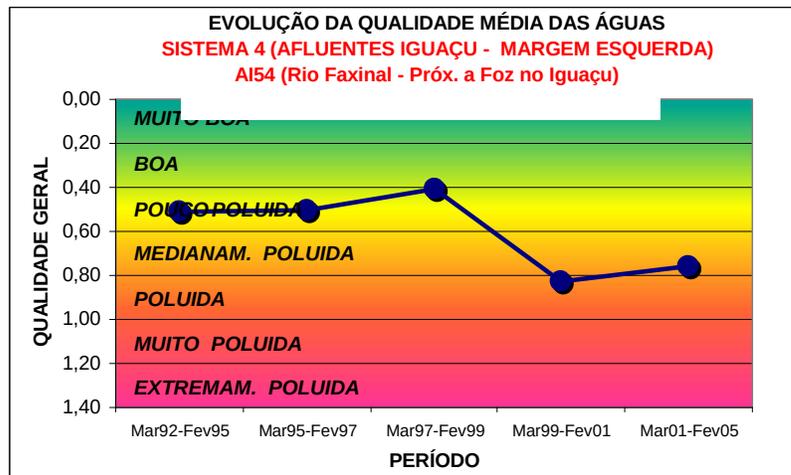


FIGURA 80 – EVOLUÇÃO DO AIQA PARA O SUBSISTEMA 4

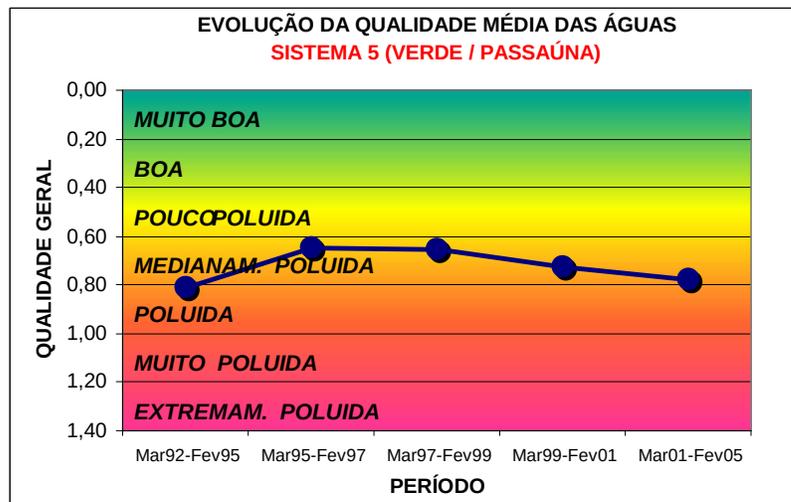


FIGURA 81 – EVOLUÇÃO DO AIQA PARA O SUBSISTEMA 5

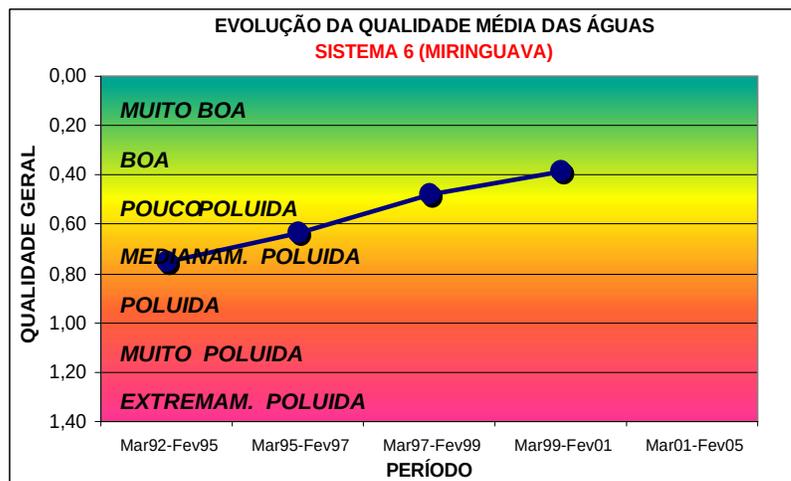


FIGURA 82 – EVOLUÇÃO DO AIQA PARA O SUBSISTEMA 6

Finalmente, o gráfico da Figura 83 apresenta a variação temporal dos valores medianos do AIQA de todos os subsistemas monitorados.

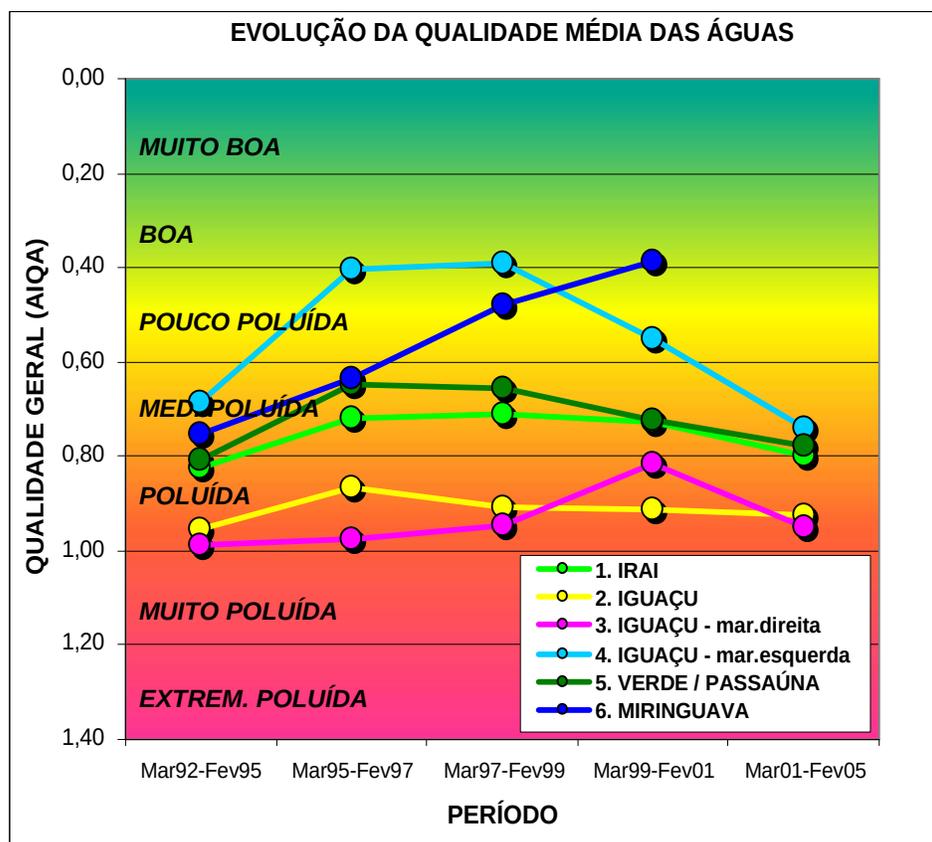


FIGURA 83 – EVOLUÇÃO COMPARATIVA DOS VALORES MEDIANOS DO AIQA EM TODOS OS SUBSISTEMAS MONITORADOS

4.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE PRESERVAÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS (IPCA)

As Tabelas 17 a 40 apresentam os resultados obtidos da aplicação do IPCA em 24 pontos amostrais, sendo 14 deles situados no Subsistema 1 (Irai), 3 pontos no Subsistema 2 (Iguaçu) e 6 pontos no Subsistema 3 (Afluentes do Rio Iguaçu da Margem Direita).

4.2.1. Subsistema 1 (Irai)

TABELA 17 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI01 (RIO IRAI)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 01	09/04/2002	4	Inadequada
	04/07/2002	2	Regular
	24/09/2002	1	Adequada
	17/10/2002	1	Adequada
	19/11/2002	1	Adequada
	06/03/2003	3	Inadequada
	19/03/2003	3	Inadequada
	15/04/2003	1	Adequada
	13/05/2003	1	Adequada
	26/06/2003	1	Adequada
	15/07/2003	1	Adequada
	18/08/2003	1	Adequada
	29/09/2003	2	Regular
	23/08/2004	1	Adequada
	08/10/2004	1	Adequada

TABELA 18 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI02 (RIO TIMBU)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 02	05/04/2002	4	Inadequada
	26/06/2002	1	Adequada
	17/07/2002	4	Inadequada
	27/08/2002	4	Inadequada
	19/09/2002	1	Adequada
	10/10/2002	1	Adequada
	06/11/2002	1	Adequada
	27/02/2003	1	Adequada
	18/03/2003	1	Adequada
	12/05/2003	2	Regular
	30/06/2003	1	Adequada
	16/07/2003	1	Adequada
	20/08/2003	3	Inadequada
	23/09/2003	1	Adequada
	23/08/2004	1	Adequada
	21/10/2004	1	Adequada

TABELA 19 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI16 (RIO PIRAQUARA)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 16	08/04/2002	4	Inadequada
	26/06/2002	1	Adequada
	17/07/2002	1	Adequada
	27/08/2002	1	Adequada
	19/09/2002	1	Adequada
	10/10/2002	1	Adequada
	06/11/2002	1	Adequada
	27/02/2003	1	Adequada
	18/03/2003	3	Inadequada
	08/04/2003	1	Adequada
	12/05/2003	1	Adequada
	26/06/2003	1	Adequada
	15/07/2003	1	Adequada
	19/08/2003	1	Adequada
	23/09/2003	1	Adequada
	18/08/2004	1	Adequada
	04/10/2004	1	Adequada

TABELA 20 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI17 (RIO IRAI)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 17	09/04/2002	1	Adequada
	03/07/2002	1	Adequada
	24/09/2002	1	Adequada
	17/10/2002	2	Regular
	19/11/2002	2	Regular
	06/03/2003	1	Adequada
	19/03/2003	2	Regular
	15/04/2003	1	Adequada
	13/05/2003	2	Regular
	27/06/2003	4	Inadequada
	18/07/2003	1	Adequada
	22/08/2003	6	Inadequada
	29/09/2003	2	Regular
	20/08/2004	3	Inadequada
	19/10/2004	1	Adequada

TABELA 21 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI18 (RIO PEQUENO)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 18	04/07/2002	1	Adequada
	24/09/2002	1	Adequada
	15/10/2002	1	Adequada
	21/11/2002	1	Adequada
	06/03/2003	1	Adequada
	20/03/2003	1	Adequada
	09/04/2003	1	Adequada
	15/05/2003	3	Inadequada
	25/06/2003	1	Adequada
	21/07/2003	1	Adequada
	25/08/2003	3	Inadequada
	25/09/2003	1	Adequada
	02/06/2004	1	Adequada
	19/08/2004	1	Adequada
	05/10/2004	1	Adequada

TABELA 22 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI39 (RIO DO MEIO)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 39	10/04/2002	1	Adequada
	01/07/2002	1	Adequada
	23/09/2002	3	Inadequada
	17/10/2002	3	Inadequada
	19/11/2002	3	Inadequada
	27/02/2003	2	Regular
	19/03/2003	2	Regular
	14/04/2003	1	Adequada
	14/05/2003	4	Inadequada
	24/06/2003	1	Adequada
	18/07/2003	1	Adequada
	19/08/2003	1	Adequada
	24/09/2003	1	Adequada
	03/06/2004	1	Adequada
	20/08/2004	3	Inadequada
	06/10/2004	1	Adequada

TABELA 23 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI40 (RIO PEQUENO)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 40	10/04/2002	6	Inadequada
	04/07/2002	1	Adequada
	24/09/2002	1	Adequada
	15/10/2002	1	Adequada
	21/11/2002	1	Adequada
	06/03/2003	1	Adequada
	20/03/2003	3	Inadequada
	16/04/2003	3	Inadequada
	15/05/2003	1	Adequada
	25/06/2003	1	Adequada
	21/07/2003	1	Adequada
	25/08/2003	3	Inadequada
	25/09/2003	1	Adequada
	02/06/2004	1	Adequada
	19/08/2004	3	Inadequada
	05/10/2004	3	Inadequada

TABELA 24 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI41 (RIO PIRAQUARA)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 41	05/04/2002	2	Regular
	26/06/2002	1	Adequada
	17/07/2002	1	Adequada
	27/08/2002	1	Adequada
	19/09/2002	1	Adequada
	10/10/2002	1	Adequada
	06/11/2002	1	Adequada
	27/02/2003	2	Regular
	18/03/2003	1	Adequada
	08/04/2003	3	Inadequada
	12/05/2003	1	Adequada
	27/06/2003	2	Regular
	15/07/2003	1	Adequada
	19/08/2003	1	Adequada
	23/09/2003	1	Adequada
	18/08/2004	1	Adequada
	05/10/2004	1	Adequada

TABELA 25– VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI43 (RIO IRAIZINHO)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 43	15/04/2002	1	Adequada
	01/07/2002	1	Adequada
	24/09/2002	1	Adequada
	17/10/2002	1	Adequada
	19/11/2002	1	Adequada
	27/02/2003	1	Adequada
	19/03/2003	3	Inadequada
	14/04/2003	1	Adequada
	13/05/2003	3	Inadequada
	26/06/2003	1	Adequada
	15/07/2003	1	Adequada
	21/08/2003	1	Adequada
	24/09/2003	1	Adequada
	03/06/2004	1	Adequada
	20/08/2004	1	Adequada
	07/10/2004	2	Regular

TABELA 26 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI44 (RIO CANGUIRI)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 44	11/04/2002	2	Regular
	01/07/2002	6	Inadequada
	23/09/2002	1	Adequada
	10/10/2002	2	Regular
	06/11/2002	1	Adequada
	27/02/2003	1	Adequada
	14/04/2003	2	Regular
	12/05/2003	3	Inadequada
	24/06/2003	4	Inadequada
	16/07/2003	1	Adequada
	20/08/2003	2	Regular
	24/09/2003	2	Regular
	23/08/2004	1	Adequada
	21/10/2004	1	Adequada

TABELA 27 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI45 (RIO CURRALINHO)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 45	11/04/2002	1	Adequada
	01/07/2002	1	Adequada
	23/09/2002	1	Adequada
	17/10/2002	1	Adequada
	19/11/2002	1	Adequada
	27/02/2003	1	Adequada
	19/03/2003	2	Regular
	14/04/2003	1	Adequada
	14/05/2003	2	Regular
	24/06/2003	1	Adequada
	16/07/2003	1	Adequada
	18/08/2003	1	Adequada
	24/09/2003	1	Adequada
	20/08/2004	1	Adequada
	07/10/2004	1	Adequada

TABELA 28 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI49 (RIO DO MEIO II)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 49	11/04/2002	3	Inadequada
	03/07/2002	1	Adequada
	23/09/2002	1	Adequada
	17/10/2002	2	Regular
	19/11/2002	1	Adequada
	06/03/2003	1	Adequada
	19/03/2003	3	Inadequada
	15/04/2003	1	Adequada
	13/05/2003	1	Adequada
	26/06/2003	1	Adequada
	18/07/2003	1	Adequada
	21/08/2003	3	Inadequada
	24/09/2003	1	Adequada
	03/06/2004	1	Adequada
	18/08/2004	1	Adequada
07/10/2004	2	Regular	

TABELA 29 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI71 (RIO DO IRAI)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 71	09/04/2002	2	Regular
	03/07/2002	3	Inadequada
	24/09/2002	3	Inadequada
	15/10/2002	3	Inadequada
	06/03/2003	3	Inadequada
	20/03/2003	3	Inadequada
	09/04/2003	3	Inadequada
	15/05/2003	3	Inadequada
	25/06/2003	6	Inadequada
	21/07/2003	2	Regular
	22/08/2003	1	Adequada
	25/09/2003	3	Inadequada
	19/08/2004	3	Inadequada
	07/10/2004	3	Inadequada

TABELA 30 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI72 (RIO PEQUENO)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 72	10/04/2002	2	Regular
	03/07/2002	1	Adequada
	24/09/2002	1	Adequada
	15/10/2002	1	Adequada
	06/03/2003	1	Adequada
	20/03/2003	3	Inadequada
	09/04/2003	1	Adequada
	15/05/2003	1	Adequada
	25/06/2003	1	Adequada
	21/07/2003	1	Adequada
	22/08/2003	3	Inadequada
	25/09/2003	1	Adequada
	02/06/2004	1	Adequada
	19/08/2004	1	Adequada
05/10/2004	1	Adequada	

TABELA 31 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI83 (RIO CERRADO)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 83	08/04/2002	2	Regular
	26/06/2002	1	Adequada
	17/07/2002	1	Adequada
	27/08/2002	1	Adequada
	19/09/2002	1	Adequada
	10/10/2002	1	Adequada
	06/11/2002	1	Adequada
	27/02/2003	1	Adequada
	18/03/2003	1	Adequada
	08/04/2003	1	Adequada
	12/05/2003	1	Adequada
	24/06/2003	1	Adequada
	22/07/2003	1	Adequada
	18/08/2003	1	Adequada
	23/09/2003	1	Adequada
	23/08/2004	1	Adequada

4.2.2. Subsistema 2 (Iguaçu)

TABELA 32 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI04 (RIO IGUAÇU)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 04	10/09/2002	1	Adequada
	12/11/2002	1	Adequada
	12/03/2003	1	Adequada
	17/09/2003	2	Regular
	19/08/2004	3	Inadequada
	27/10/2004	2	Regular

TABELA 33 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI13 (RIO IGUAÇU)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 13	10/09/2002	1	Adequada
	15/11/2002	1	Adequada
	13/03/2003	1	Adequada
	17/09/2003	1	Adequada
	18/08/2004	2	Regular
	28/10/2004	1	Adequada

TABELA 34– VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI14 (RIO IGUAÇU)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 14	03/04/2002	1	Adequada
	10/09/2002	3	Inadequada
	12/11/2002	6	Inadequada
	13/03/2003	3	Inadequada
	17/09/2003	3	Inadequada
	18/08/2004	6	Inadequada
	29/10/2004	3	Inadequada

4.2.3 Subsistema 3 (Afluentes da margem direita do Iguaçu)

TABELA 35 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI10 (RIO BARIGÜI) -

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 10	21/03/2000	9	Inadequada
	28/03/2000	9	Inadequada
	12/04/2000	9	Inadequada
	25/04/2000	6	Inadequada
	10/05/2000	6	Inadequada
	24/05/2000	6	Inadequada
	14/06/2000	9	Inadequada
	14/07/2000	2	Regular
	02/08/2000	9	Inadequada
	25/08/2000	9	Inadequada
	03/04/2002	1	Adequada
	12/09/2002	9	Inadequada
	07/11/2002	6	Inadequada
	12/03/2003	2	Regular
	05/06/2003	4	Inadequada
	16/09/2003	2	Regular
	12/05/2004	6	Inadequada
	16/07/2004	2	Regular
	22/10/2004	6	Inadequada

TABELA 36– VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI57 (RIO BARIGÜI)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 57	22/03/2000	1	Adequada
	28/03/2000	1	Adequada
	12/04/2000	1	Adequada
	25/04/2000	1	Adequada
	09/05/2000	1	Adequada
	24/05/2000	3	Inadequada
	14/06/2000	1	Adequada
	13/07/2000	1	Adequada
	09/08/2000	1	Adequada
	24/08/2000	1	Adequada
	12/09/2002	1	Adequada
	13/11/2002	1	Adequada
	11/03/2003	1	Adequada
	05/06/2003	1	Adequada
	16/09/2003	1	Adequada
	13/05/2004	1	Adequada
	14/07/2004	1	Adequada
	21/10/2004	1	Adequada

TABELA 37 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI58 (RIO BARIGÜI)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 58	21/03/2000	1	Adequada
	28/03/2000	1	Adequada
	12/04/2000	2	Regular
	25/04/2000	1	Adequada
	09/05/2000	2	Regular
	24/05/2000	2	Regular
	14/06/2000	2	Regular
	13/07/2000	1	Adequada
	02/08/2000	1	Adequada
	25/08/2000	2	Regular
	12/09/2002	1	Adequada
	13/11/2002	1	Adequada
	11/03/2003	3	Inadequada
	05/06/2003	1	Adequada
	16/09/2003	1	Adequada
	13/05/2004	1	Adequada
	15/07/2004	1	Adequada
	21/10/2004	1	Adequada

TABELA 38 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI59 (RIO UVU)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 59	21/03/2000	3	Inadequada
	28/03/2000	6	Inadequada
	12/04/2000	4	Inadequada
	25/04/2000	4	Inadequada
	09/05/2000	4	Inadequada
	24/05/2000	6	Inadequada
	14/06/2000	6	Inadequada
	13/07/2000	1	Adequada
	02/08/2000	2	Regular
	25/08/2000	4	Inadequada
	12/09/2002	4	Inadequada
	13/11/2002	2	Regular
	11/03/2003	1	Adequada
	05/06/2003	1	Adequada
	16/09/2003	1	Adequada
	13/05/2004	1	Adequada
	15/07/2004	2	Regular
	21/10/2004	1	Adequada

TABELA 39 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI60 (RIO BARIGÜI)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 60	21/03/2000	2	Regular
	28/03/2000	1	Adequada
	12/04/2000	2	Regular
	25/04/2000	6	Inadequada
	09/05/2000	3	Inadequada
	24/05/2000	1	Adequada
	14/06/2000	2	Regular
	14/07/2000	9	Inadequada
	02/08/2000	2	Regular
	25/08/2000	2	Regular
	03/04/2002	1	Adequada
	12/09/2002	1	Adequada
	13/11/2002	1	Adequada
	11/03/2003	1	Adequada
	05/06/2003	2	Regular
	16/09/2003	1	Adequada
	15/07/2004	1	Adequada
	22/10/2004	1	Adequada

TABELA 40 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI61 (RIO BARIGÜI)

Ponto	Coleta	IPCA	Classificação
AI 61	22/03/2000	6	Inadequada
	28/03/2000	6	Inadequada
	12/04/2000	6	Inadequada
	25/04/2000	6	Inadequada
	09/05/2000	6	Inadequada
	24/05/2000	6	Inadequada
	14/06/2000	6	Inadequada
	13/07/2000	3	Inadequada
	02/08/2000	1	Adequada
	25/08/2000	6	Inadequada
	03/04/2002	1	Adequada
	12/09/2002	9	Inadequada
	07/11/2002	6	Inadequada
	12/03/2003	2	Regular
	05/06/2003	2	Regular
	16/09/2003	2	Regular
	14/05/2004	3	Inadequada
	16/07/2004	2	Regular
	22/10/2004	3	Inadequada

As Tabelas 41 a 43 ilustram, para pontos selecionados dos Subsistemas 1, 2 e 3, a condição preponderante caracterizada pelo Percentil 80% da curva de permanência da qualidade. Este valor representa que determinado ponto amostral esteve com qualidade igual ou superior ao nível assinalado em 80% das amostras coletadas.

TABELA 41 – VALORES DE IPCA REPRESENTATIVOS DE CADA PONTO AMOSTRAL CONSIDERANDO A FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA P80% PARA O SUBSISTEMA 1

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	IPCA
SUBSISTEMA 1 – Rio Irai				
AI01	Irai	Olaria do Estado	Piraquara	REGULAR
AI 02	Timbu	Estrada da Graciosa	Quatro Barras	ADEQUADA
AI16	Piraquara	Ponte. Rua Leopoldo Jacomel	Piraquara	ADEQUADA
AI17	Irai	Pinhais	Pinhais	REGULAR
AI18	Pequeno	Fazendinha	S. José dos Pinhais	ADEQUADA
AI39	Do Meio	Avenida Getúlio Vargas	Piraquara	INADEQUADA
AI40	Pequeno	BR277	S. José dos Pinhais	INADEQUADA
AI41	Piraquara	Estrada BR277/PR 415	Piraquara	REGULAR
AI43	Iraizinho	Próximo à Estrada de Ferro	Piraquara	ADEQUADA
AI44	Canguiri	Estrada da Graciosa	Colombo	REGULAR
AI45	Curralinho	Ponte Estrada Piraquara	Quatro Barras	ADEQUADA
AI49	Do Meio II	Próximo à foz no Iraizinho	Pinhais	REGULAR
AI71	Irai	Captação SANEPAR	Curitiba	ADEQUADA
AI72	Pequeno	Próximo à foz	S. José dos Pinhais	ADEQUADA
AI83	Cerrado	Estrada da Graciosa	Quatro Barras	ADEQUADA

TABELA 42 – VALORES DE IPCA REPRESENTATIVOS DE CADA PONTO AMOSTRAL CONSIDERANDO A FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA P80% PARA O SUBSISTEMA 2

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	IPCA
SUBSISTEMA 2 – Rio Iguaçu				
AI04	Iguaçu	Ponte BR-277	S. José dos Pinhais	REGULAR
AI13	Iguaçu	Porto Amazonas	Porto Amazonas	ADEQUADA
AI14	Iguaçu	Guajuvira	Araucária	INADEQUADA

TABELA 43 – VALORES DE IPCA REPRESENTATIVOS DE CADA PONTO AMOSTRAL CONSIDERANDO A FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA P80% PARA O SUBSISTEMA 3

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	IPCA
SUBSISTEMA 3 – Afluentes da Margem Direita do Rio Iguaçu				
AI10	Barigüi	Ponte da Cachimba	Curitiba	INADEQUADA
AI57	Barigüi	Boichininga	Almte. Tamandaré	ADEQUADA
AI58	Barigüi	Manoel Ribas	Curitiba	REGULAR
AI59	Uvu	Foz	Curitiba	INADEQUADA
AI60	Barigüi	Conectora 5	Curitiba	REGULAR
AI61	Barigüi	Rua João Bettega - Jusante CIC	Curitiba	INADEQUADA

4.3. COMENTÁRIOS SOBRE O USO DO AIQA E DO IPCA

Tanto o Índice de Preservação das Comunidades Aquáticas - IPCA, quanto o método de Avaliação Integrada da Qualidade das Águas – AIQA tem objetivo de fornecer informações sobre a qualidade das águas através da consideração multimétrica de elementos de natureza diversa. Buscam, portanto, a integração dos resultados das análises físico-químicas e biológicas na construção de uma estrutura que permita uma avaliação mais precisa sobre a presença dos poluentes e do seu efeito nas comunidades aquáticas.

No cálculo do AIQA pretendeu-se associar três diferentes visões da qualidade. Em se tratando de rios urbanos, a realidade brasileira mostra que a falta de cobertura sanitária na coleta e tratamento dos esgotos urbanos incentiva o uso de sistemas individuais de disposição dos resíduos ou seu lançamento, direto ou indireto, nos corpos d'água. A avaliação físico-química tem por objetivo a quantificação da carga orgânica presente nos cursos d'água. A avaliação bacteriológica complementa esta análise pela indicação do grau de contaminação dos cursos d'água pelas bactérias do grupo Coliforme (Coliformes Fecais, Coliformes Totais e *Escherichia coli*).

Avançando no conceito de avaliação integrada, o método propõe a consideração de uma terceira dimensão analítica que representa o efeito ecotoxicológico dos poluentes presentes para as comunidades aquáticas. Por esta ótica, considerando os resultados do último período de monitoramento, Março de 2001 a Fevereiro de 2005, a Tabela 43 demonstra um resumo da quantidade de trechos de rios (total e por subsistema) em cada classe de qualidade.

TABELA 44 – NÚMERO DE TRECHOS DE RIOS EM CADA CATEGORIA DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NO PERÍODO DE MARÇO DE 2001 A FEVEREIRO DE 2005

Classe de Qualidade	Número de trechos por Sistema						Total (n°)	Total (%)	Porcentagem do Total de Trechos por Sistema					
	1	2	3	4	5	6 ¹			1	2	3	4	5	6
<i>Muito Boa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Boa</i>	2	0	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0
<i>Pouco Poluída</i>	2	0	0	0	1	0	3	5	3	0	0	0	2	0
<i>Medianamente Poluída</i>	3	0	1	6	6	0	16	25	5	0	2	9	9	0
<i>Poluída</i>	14	6	15	0	6	0	41	64	22	9	24	0	9	0
<i>Muito Poluída</i>	0	0	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	0	0
<i>Extremamente Poluída</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	21	6	18	6	13	0	64	100	33	9	29	9	20	0

OBS: (1) O Subsistema 6 - MIRINGUAVA não apresentou valores de AIQA para o período de Março 2001 a Fevereiro 2005.

Considerando todos os 64 trechos monitorados que apresentaram valores de AIQA, a qualidade foi considerada BOA em apenas 2 deles (3%); 3 dos 64 trechos foram considerados POUCO POLUÍDOS (5%); 16 dos 64 trechos foram considerados MEDIANAMENTE POLUÍDOS (25%), e pouco mais da metade dos trechos monitorados apresentou-se POLUÍDO (41 trechos ou 64% do total). Apenas 2 trechos foram considerados MUITO POLUÍDOS, ambos do Subsistema 3, mais precisamente na metade final da bacia do Rio Belém.

O Subsistema que apresentou melhor condição de qualidade das águas foi o Subsistema 6 (Miringuava). Entretanto, este subsistema não pode ser avaliado no último período amostral, e o seu comportamento em termos do AIQA não pode ser apresentado. Dos demais subsistemas que apresentaram valores numéricos do AIQA no período de Março de 2001 a Fevereiro de 2005, o de melhor condição foi o Subsistema 4 (Afluentes da Margem Esquerda do Rio Iguazu), mas também foi o subsistema que mais perdeu qualidade nos últimos anos. Em segundo e terceiro lugares, os subsistemas 5 e 1 (Verde / Passaúna e Irai, respectivamente), apresentaram uma variabilidade relativamente menor. Estes 3 subsistemas apresentaram uma condição MEDIANAMENTE POLUÍDA no último período amostral.

O Subsistema 2 (Iguazu) é o quinto colocado em termos de qualidade, mas muito próximo do último classificado, o Subsistema 3 (Afluentes da Margem Direita). Sobre este, o Subsistema 2 tem a vantagem de representar a qualidade média de todos os seus tributários, recebendo contribuições muito poluídas por um lado, mas diluindo estes contaminantes com os deflúvios de bacias que apresentam ainda boa qualidade. Além disso, considera-se neste Subsistema um ponto amostral localizado em Porto Amazonas, onde a autodepuração já começa a produzir efeitos (pequenos mas perceptíveis) na melhoria da qualidade das suas águas.

Já o IPCA procura monitorar a poluição dos rios não através do seu conteúdo orgânico, mas através de elementos tóxicos decorrentes das atividades antrópicas sobre a área de drenagem das suas bacias hidrográficas. Para tanto, monitora a presença de Metais Pesados, de Fenóis e de Surfactantes nas águas dos rios. Assim como o AIQA, o IPCA também se preocupa em observar o efeito destes elementos nas comunidades aquáticas considerando também os efeitos ecotoxicológicos dos poluentes quantificados.

Devido às diferenças na estratégia de abordagem dos métodos, uma avaliando carga orgânica e a outra a carga de elementos tóxicos, não se espera uma correlação direta dos seus resultados. O gráfico da Figura 84 apresenta a correlação entre os resultados do

AIQA e do IPCA, considerando-se apenas o último período amostral (entre Março de 2001 e Fevereiro de 2005), onde as duas metodologias foram aplicadas a alguns pontos comuns de monitoramento.

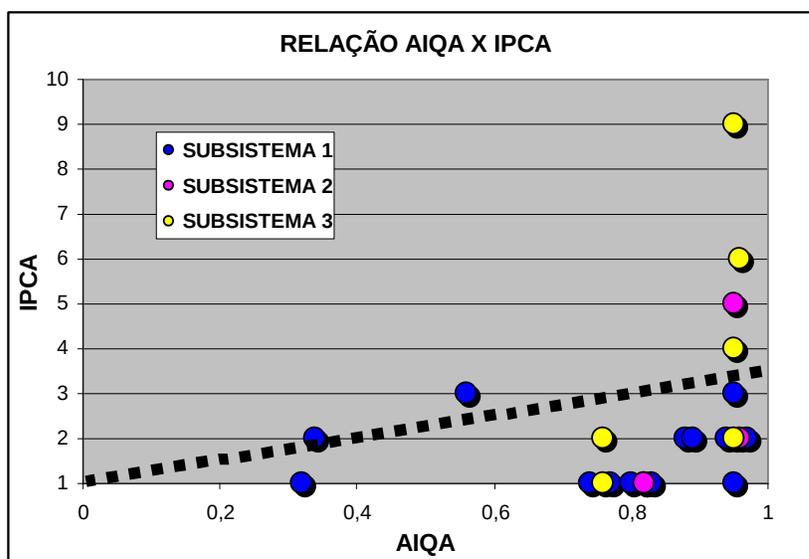


FIGURA 84 – CORRELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DE AIQA E IPCA

A linha pontilhada representa uma relação ótima entre AIQA e IPCA onde a qualidade MUITO BOA e BOA do AIQA (de 0,0 a 0,4) se correlaciona com o valor unitário do IPCA (qualidade ADEQUADA). Da mesma forma, valores de AIQA entre 0,4 a 0,8 (águas POUCO POLUÍDAS a MEDIANAMENTE POLUÍDAS) se correlacionam pela mesma linha com índices de IPCA entre 2 e 3 (qualidade regular). Valores de AIQA maiores que 0,8 representam uma condição POLUÍDA das águas, a qual tende a gerar um resultado INADEQUADO sob a ótica do IPCA.

Os dados observados demonstram, entretanto, que, em condições crescentes de poluição, o IPCA tende a apresentar resultados numéricos progressivamente maiores que os obtidos pelo AIQA. Teoricamente, quanto maior a população em uma bacia hidrográfica, maior a probabilidade de poluição por esgotos de suas águas (maior AIQA), e maior também o nível de atividade comercial, industrial e de transportes (maior IPCA). Entretanto, pode-se idealizar bacias hidrográficas com boa cobertura sanitária (baixo AIQA) e alto conteúdo de metais pesados (alto IPCA oriundos de atividades industriais, e vice-versa).

Como a avaliação da carga orgânica de efluentes e do conteúdo de elementos potencialmente prejudiciais às comunidades aquáticas são complementares, ideal seria a consideração conjunta destes fatores ampliando mais as dimensões analíticas da qualidade das águas. Entretanto, para que isso seja possível, ajustes são necessários de modo a evitar a duplicidade de consideração de variáveis que participem da composição de ambas as metodologias (Fator de Diluição para *Daphnia magna*, pH e Oxigênio Dissolvido).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Mesmo sem a intenção de exaurir as possibilidades de análise sobre o estado atual e as tendências da evolução dos rios metropolitanos de Curitiba, algumas recomendações podem ser feitas. Em primeiro lugar, serão apresentadas algumas considerações sobre o método usado na avaliação dos dados, e a seguir, sobre a qualidade das suas águas.

Sobre o método, ficou clara a capacidade dos indicadores de qualidade das águas empregados na comparação espacial entre pontos amostrais, e em cada ponto amostral, na construção dos gráficos de variação temporal. A clareza da representação destes cenários, tanto pelo uso do AIQA quanto do IPCA recomendam o seu constante desenvolvimento e aprimoramento, procurando ampliar sua aplicação.

As coletas realizadas no âmbito deste relatório se estenderam até Janeiro de 2005, ainda sob os preceitos estabelecidos na Resolução CONAMA 20/86. Com a entrada em vigor da Resolução CONAMA 357, em Abril de 2005, recomenda-se a reavaliação das variáveis monitoradas, procurando adequá-las à nova resolução. Paralelamente, recomenda-se avaliar a necessidade da continuidade de monitoramento em todos os pontos amostrais com a frequência atualmente planejada.

Sobre a qualidade das águas dos rios, e sua evolução nestes últimos 10 anos, pode-se dizer que, em detrimento dos esforços feitos no sentido de proteger e conservar os recursos hídricos do Alto Iguaçu, ainda persistem problemas a serem enfrentados.

Considerando os aspectos físico-químicos, bacteriológicos e ecotoxicológicos, pode-se dizer:

- O Subsistema 1 (Irai), dos 21 trechos de rios monitorados, apenas 2 (10%) apresentam uma condição de qualidade compatível com a Classe 2 de enquadramento prevista;
- Para o Subsistema 2 (ao longo do Rio Iguaçu) nenhum dos 6 pontos apresentou condição de qualidade adequada à Classe 2 de Enquadramento (0%);
- Para o Subsistema 3 (Afluentes da Margem Direita do Rio Iguaçu), apenas 1 dos 18 trechos monitorados apresentam qualidade compatível com a Classe de Enquadramento (6%). Este nível de atendimento, entretanto, deve-se ao estabelecimento da Classe 3 (menos rigorosa) em alguns trechos dos rios Belém e Barigüi. Os demais trechos enquadrados como Classe 2 não se apresentaram como tal;
- Apesar de enquadrados como Classe 2, todos os 6 trechos monitorados dos afluentes da margem direita do Rio Iguaçu (Subsistema 4) apresentam uma condição de qualidade compatível com a Classe 3;
- Em relação ao Subsistema 5 (Rios Verde e Passaúna), 8 dos 14 trechos monitorados apresentam condição de qualidade compatível com a Classe 3, e outros 6 trechos apresentaram-se como Classe 4. Portanto, nenhum trecho apresentou-se dentro das expectativas de qualidade especificadas para a Classe 2;
- Por último, no Subsistema 6 (Rio Miringuava), todos os 3 trechos monitorados apresentam qualidade das águas de acordo com sua respectiva Classe de

Enquadramento. Entretanto, não houveram dados para confirmar esta condição de qualidade no período de 2001 a 2005.

O mapeamento dos pontos que apresentam qualidade das águas não compatíveis com a Classe pretendida demonstra o efeito do avanço da “mancha de ocupação urbana”, em que os vetores de crescimento contribuem na deterioração da condição de qualidade dos rios urbanos. Este efeito fica particularmente evidente no caso do Subsistema 1 (Irai), através da observação de que o eixo Nordeste – Sudoeste, limitado pela rodovia de acesso à Piraquara e pela BR 116 em direção à São Paulo, configuram uma região dentro da qual a qualidade as águas é inferior aos demais pontos amostrais. No mesmo subsistema, a proximidade de grandes áreas urbanas também resulta em perda de qualidade das águas em relação aos pontos mais distantes.

Em termos gerais, as áreas urbanas e industriais representam uma das mais profundas modificações antrópicas da superfície terrestre, das águas, da atmosfera e do ecossistema em geral. Ao contrário da atividade agrícola, por exemplo, os efeitos urbanos são intensivos e localizados. Nas zonas urbanas, os fluxos de energia e de massa estão concentrados, sendo que a maior parte da energia utilizada é importada. Com o uso da energia e massa disponíveis, há uma reversão destes para o estado difuso e não concentrado, cujo resultado é expresso na produção de resíduos e calor. Na hipótese de não controle destes resíduos, parte deles acabam por poluir os mananciais superficiais, que são sistemas abertos e por isso mesmo, mais vulneráveis.

Especificamente no que se refere aos mananciais urbanos, os resíduos oriundos das atividades humanas, ao poluírem suas águas, não causam apenas danos à qualidade físico-química, estendendo-se seus efeitos aos aspectos bacteriológicos e ecotoxicológicos, com efeitos sobre o ecossistema natural e às comunidades aquáticas envolvidas. Para acessar melhor a real magnitude destes impactos, o uso de sistemas de avaliação multimétricas como os utilizados neste relatório promovem uma visão diferenciada da qualidade das águas, comparando-se os diagnósticos obtidos com os produzidos por indicadores setoriais.

Para confrontar este tipo de problema, os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano tem se preocupado cada vez mais com as consequências ambientais das estratégias municipais de estruturação urbana, através da fixação de critérios para o ordenamento do uso e ocupação, bem como do controle da densificação populacional. Embora densidades brutas entre 100 e 500 habitantes por hectare sejam comuns em áreas de ocupação intensa, e de 20 a 100 habitantes por hectare em áreas de ocupação controlada, valores tão pequenos quanto 2 a 10 habitantes por hectare são hoje projetados para as regiões onde o objetivo é a proteção do ambiente natural. Dadas as especificidades naturais locais, as reais consequências da adoção destes valores tem sido pouco exploradas, e os resultados sobre a qualidade das águas são incertos.

Através da análise da influência da densidade populacional bruta sobre variáveis da qualidade das águas superficiais em bacias hidrográficas urbanas, é possível contribuir para o aprofundamento do estudo das consequências da urbanização sobre os rios urbanos, mesmo quando o objetivo seja o da manutenção da sua qualidade. Recomendam-se assim, estudos sobre o papel da densificação populacional na qualidade dos recursos hídricos urbanos, e sua variabilidade em razão dos vários padrões de uso e ocupação do solo urbano. Da mesma forma, é preciso que se estabeleçam critérios de avaliação das medidas estruturais e não-estruturais de controle dos efeitos negativos da urbanização nos corpos d'água. Para estes propósitos, sem dúvida, o banco de informações existente e resumidamente publicado neste relatório, representa um início.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for examination of water and waste water**. American Public Health Association, Washington D.C, 16^a.Ed. 1999, 1134 p.
6. CETESB. **Variáveis de qualidade das águas**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. [Acesso em: 03/05/2005].
7. CONAMA. **Resolução n. 20 de 18 de junho de 1986**. Enquadramento dos corpos d'água, doce, salina e salobra em função de seus usos. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1986.
8. CONAMA. **Resolução n. 357 de 17 de março de 2005**. Classificação de corpos d'água e diretrizes ambientais. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: [Http://http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf) [Acesso em 02/05/2005].
9. **FATMA Relevância dos parâmetros de qualidade da água aplicados à águas correntes. Parte I: Características gerais, nutrientes, elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas**. Fundação de meio Ambiente de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
10. IAP. **Avaliação da presença de toxicidade aguda para *Daphnia magna* (Straus, 1820), em águas de rios das bacias do altíssimo iguaçu e ribeira, no período de julho/1992 a julho/1999**. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 1999b, 16p.
11. IAP. **Avaliação e classificação da qualidade das águas de rios das bacias do altíssimo iguaçu e ribeira, no período de março de 1997 a março de 1999**. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 1999a, 13p.
12. UNESCO. **Methodological guidelines for the integrated water management environmental evaluation of water resources development**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Project FP/5201-85-01. Paris,1987, 152p.
13. WEEKS, C.R. Pollution in urban stormwater runoff. In: **Urban Stormwater Quality: Management and Planning**. Ed. Bem Chie Yen. Water Resources Publication, USA, 1981.
14. ZAGATTO, P.A.; LORENZETTI, M.L.; LAMPARELLI, M.C.; SALVADOR, M.E.P.; MENEGON JR, N. e BERTOLETTI, E. **Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas**. Rev. Acta Limnológica Brasiliensis, 11(2), 1999, p(111-126).
15. ZAGATTO, P.A.; LORENZETTI, M.L.; PEREZ, L.S.N.; MENEGON JR, N.e BURATINI, S.V. **Proposta de um novo índice de qualidade de água**. XXVI SIL CONGRESS, São Paulo, 23-29 de Julho de 1995.