



S É R I E

RELATÓRIOS

**SEMA**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e  
Recursos Hídricos Mato Grosso do Sul

# RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO E TENDÊNCIAS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO ALTO PARAGUAI EM MATO GROSSO DO SUL

1994-2004



RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO E  
TENDÊNCIAS DE QUALIDADE DAS  
ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO  
ALTO PARAGUAI  
EM MATO GROSSO DO SUL

1994-2004

SEMA  
Secretaria de Meio Ambiente  
e Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul

IMAP  
Instituto de Meio Ambiente Pantanal

Campo Grande • MS • 2005

© ANA/MMA/2005  
PROJETO GEF PANTANAL/ALTO PARAGUAI  
(ANA/GEF/PNUMA/OEA)  
Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao  
IMAP/MS – Gerência de Recursos Hídricos  
Rua Desembargador Leão Neto do Carmo, s/nº  
Parque dos Poderes – CEP 79031-902 – Campo Grande, MS

Telefone: (67) 3318-5649

Tiragem: 500 exemplares

**ELABORAÇÃO:**

Bióloga Dra. Magdalena Fernandes da Silva  
Eng. Civil MSc. Oswaldo José da Silva  
Químico MSc. Luiz Mário Ferreira  
Bióloga Esp. Eni Garcia de Freitas

**REVISÃO LINGÜÍSTICA:**

Lúcia Helena Paula do Canto

**PROJETO E EDITORAÇÃO GRÁFICA:**

Futura Comunicação & Marketing  
Bernardino de Nazareth

**FOTOS CAPA:**

Roberto Machado  
Paulo Robson de Souza  
Jefferson Rovedutti  
Ernesto Franco  
Rachid Wacked  
Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai ANA/GEF/PNUMA/OEA

**FOTOLITO E IMPRESSÃO:**

Gráfica Teassul

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Instituto de Meio Ambiente Pantanal. Gerência de Recursos Hídricos. Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai – Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado da Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Alto Paraguai (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Subprojeto 1.6/MS – Gerenciamento de Recursos Hídricos nas Vizinhanças da Cidade de Corumbá (MS). Relatório de Avaliação e Tendências de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul – Período 1994-2004. Campo Grande, MS, 2005. 105p.

1. Qualidade das Águas – Bacia do Alto Paraguai – Sub-Bacias dos Rios Apa, Correntes, Nabileque, Negro, Miranda, Taquari – Relatório. I. Secretaria de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. II. Instituto de Meio Ambiente Pantanal – MS. III. Título.

**PRESIDENTE DA REPÚBLICA**

Luiz Inácio Lula da Silva

**MINISTRA DO MEIO AMBIENTE**

Marina Silva

**GOVERNADOR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

José Orcírio Miranda dos Santos

**VICE-GOVERNADOR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Egon Krakhecke

**Secretário de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**

José Elias Moreira

**Instituto de Meio Ambiente Pantanal**

Cid Rôner de Castro Paulino

Diretor-Presidente

Walderi Dias

Gerente de Recursos Hídricos

Luiz Mário Ferreira

Coordenador de Laboratórios

**DIREÇÃO E COORDENAÇÃO DO PROJETO GEF PANTANAL/ALTO PARAGUAI****Agência Nacional de Águas – ANA****Diretoria colegiada**

José Machado - Diretor-Presidente

Benedito Braga

Bruno Pagnoccheschi

Dalvino Troccoli Franca

Oscar Cordeiro Neto

Paulo Lopes Varella Neto

Superintendente de Programas e Projetos – ANA

Coordenador Nacional do Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai

**Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**

Isabelle Vanderbeck

Gerente Operacional GEF/PNUMA

**Organização dos Estados Americanos**

Thomas Scott Vaughan

Diretor do Escritório de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – EDSMA/OEA

Jorge Rucks

Chefe da Área Geográfica II – América Latina/EDSMA-OEA

Nelson da Franca Ribeiro dos Anjos

Coordenador Internacional do Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai

Especialista Principal em Recursos Hídricos – EDSMA/OEA

Humberto Cardoso Gonçalves

Coordenador Técnico do Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai

Márcia Cristina de Alcântara Silva

Coordenadora do Subprojeto 1.6/MS



# EQUIPE TÉCNICA

Luiz Mário Ferreira - QUÍMICO  
Dalete Fajardo Nogueira - BIÓLOGA  
Márcia Cristina de Alcântara Silva - BIÓLOGA  
Márcia Delmondes de Jesus – BIÓLOGA  
Rosângela de Alencar Queiroz – BIÓLOGA  
Neila Maria Sandim - BIÓLOGA  
Maria Célia Montanholi Martins – ENGENHEIRA-AGRÔNOMA  
André Luiz César Gomes – ENGENHEIRO SANITARISTA  
Madalena Shizuko Omi Sakuma – FARMACÊUTICA-BIOQUÍMICA  
Rosângela Aparecida de Souza – QUÍMICA  
Solange Mikui de Almeida – QUÍMICA  
Solange Moraes de Paula – QUÍMICA  
Sirlei de Lima Duranes – TÉCNICA DE LABORATÓRIO  
Iolanda Rocha Varmassera Mamédio – TÉCNICA DE LABORATÓRIO  
Carlos Alberto Pedroso Figueiredo – TÉCNICO EM AMOSTRAGEM  
Francisco Amadeu de Alencar – TÉCNICO EM AMOSTRAGEM  
Silvio Cesar Ortigosa – TÉCNICO EM AMOSTRAGEM  
Wilson Weissinger – TÉCNICO EM AMOSTRAGEM  
Altair Helena Torres Valu – AGENTE DE SERVIÇOS AMBIENTAIS

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO E  
TENDÊNCIAS DE QUALIDADE DAS  
ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO  
ALTO PARAGUAI  
EM MATO GROSSO DO SUL

1994-2004

Campo Grande • MS • 2005

# FERRAMENTA ESSENCIAL

O presente Relatório de Avaliação de Tendências de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai constitui ferramenta confiável e essencial cujas propostas e ações, governamentais ou privadas, de utilização dos nossos recursos hídricos devem ser fundamentadas. Isto significa, em última instância, que devem demarcar todas as intervenções humanas, econômicas ou não, vez que todas têm repercussão direta no patrimônio das águas.

Nesse sentido, a publicação do acervo acumulado ao longo dos últimos onze anos, além de expressar a correta e persistente aplicação com que as instituições – e seus técnicos e dirigentes – estaduais têm se dedicado a um setor tão crucial no contexto de nossas responsabilidades para com a Mãe Terra, na prática, democratiza a utilização desses dados e de suas avaliações. E, é claro, paradigmas e referenciais confiáveis significam, sobretudo, suportes para a utilização cada vez mais racional de nossos recursos hídricos.

Assim, com a satisfação de quem cumpre, com humildade e determinação, mais uma etapa na jornada permanente de defesa efetiva de nossos recursos naturais, é que disponibilizamos ao público o presente volume. Fruto da dedicação e do profissionalismo de técnicos e pesquisadores, mas também do compromisso institucional e ético que todos nós temos para com o Futuro. Que só será realidade se preservamos agora o nosso patrimônio natural.

**José Orcírio Miranda dos Santos**

Governador do Estado de Mato Grosso do Sul

## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO E TENDÊNCIAS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO ALTO PARAGUAI EM MATO GROSSO DO SUL

# 1994-2004

Campo Grande • MS • 2005

# APRESENTAÇÃO

O Relatório de Qualidade das Águas Superficiais vem sendo publicado anualmente pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos desde 1994, com o objetivo de divulgar os resultados do monitoramento dos corpos d'água do Estado de Mato Grosso do Sul. Trata-se de informações que são fundamentais para a tomada de decisões no âmbito da implementação da política de recursos hídricos e demais políticas públicas do Estado.

Ao publicar a presente avaliação dos dados gerados nesses onze anos de operação, com o decisivo apoio do Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, que tem entre suas atribuições realizar o diagnóstico ambiental dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do Estado, cumpre o seu papel institucional de disponibilizar tais informações à sociedade, buscando, assim, contribuir para o aprimoramento das políticas públicas e a melhor qualidade de vida da população.

Que a Década Mundial da Água, iniciada neste ano de 2005, possa ser um período produtivo para a implementação de debates e ações efetivas em prol da água para a vida.

**José Elias Moreira**

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO E  
TENDÊNCIAS DE QUALIDADE DAS  
ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO  
ALTO PARAGUAI  
EM MATO GROSSO DO SUL

1994-2004

Campo Grande • MS • 2005

# AGRADECIMENTO

O levantamento rotineiro de dados e informações sobre a qualidade das águas das bacias hidrográficas do Estado integra as ações do Instituto de Meio Ambiente Pantanal, órgão executor da Política Estadual de Recursos Hídricos, com o objetivo de garantir que a água, recurso essencial ao desenvolvimento socioeconômico, seja usada de forma racional e justa pelo conjunto da sociedade do Estado.

A Rede Básica de Monitoramento da Qualidade da Água da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul, operacionalizada pela Gerência de Recursos Hídricos do IMAP, teve início em 1994, estando, portanto, há cerca de doze anos em operação. Conta atualmente com 74 pontos de amostragem estrategicamente distribuídos entre as seis Sub-Bacias compreendidas pelos rios Apa, Correntes, Miranda, Nabileque, Negro e Taquari.

O IMAP vem buscando o aprimoramento constante dessa Rede, com a incorporação de novos parâmetros e indicadores voltados à proteção da vida aquática, de maneira a torná-la um instrumento adequado aos objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos e ampliar o conhecimento dos corpos d'água do Estado.

Os dados produzidos até o ano de 2004, por meio de análises químicas, físicas e biológicas realizadas pelos laboratórios da SEMA/IMAP, sediados em Campo Grande, constam da avaliação considerada neste Relatório. Sua publicação, no âmbito do Projeto GEF Pantanal/ Alto Paraguai, contou com o apoio de seu Coordenador Técnico, Humberto Gonçalves, que também partilha do entendimento da importância desses dados e informações sobre os recursos hídricos da Bacia do Alto Paraguai e da sua divulgação para a sociedade.

**Cid Rôner de Castro Paulino**

Diretor-Presidente do Instituto de Meio Ambiente Pantanal

## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO E TENDÊNCIAS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO ALTO PARAGUAI EM MATO GROSSO DO SUL

# 1994-2004

Campo Grande • MS • 2005

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	17
I. AVALIAÇÃO E TENDÊNCIAS .....	19
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	19
1.1.1 Contexto geral da BAP/MS .....	19
1.1.2 Monitoramento da qualidade das águas .....	21
1.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO .....	22
1.3 SUB-BACIA DO RIO APA .....	25
1.4 SUB-BACIA DO RIO CORRENTES .....	30
1.5 SUB-BACIA DO RIO MIRANDA .....	37
1.6 SUB-BACIA DO RIO NABILEQUE .....	52
1.7 SUB-BACIA DO RIO NEGRO .....	58
1.8 SUB-BACIA DO RIO TAQUARI .....	61
II. REQUISITOS PARA O APRIMORAMENTO DA REDE .....	81
2.1 A IMPORTÂNCIA DO PULSO DE INUNDAÇÃO .....	81
2.2 DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS .....	84
2.3 PRINCIPAIS IMPACTOS .....	87
2.4 ESTUDOS NECESSÁRIOS .....	89
2.4.1 Estudos biológicos .....	89
2.4.2 Estudos quantitativos .....	90
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	92
REFERÊNCIA .....	96

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Divisão Hidrográfica Nacional, conforme a Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos .....	19
FIGURA 2 - Sub-Regiões ou Sub-Bacias ou SUB 1, pertencentes à Região Hidrográfica do Paraguai, das 57 subunidades das 57 Regiões Hidrográficas do Brasil.....	20
FIGURA 3 - Sub-Bacias Hidrográficas da Região Hidrográfica do Paraguai – nível 2 .....	21
FIGURA 4 - Sub-Bacias da Bacia do Alto Paraguai localizadas em Mato Grosso do Sul, conforme classificação adotada neste Estado .....	24
FIGURA 5 - Variação temporal da qualidade da água do rio Apa, baseada no OD médio, 1994-2004. ....	25
FIGURA 6 - Variação média anual da qualidade da água do rio Apa, 1995-2004. ....	26
FIGURA 7 - Variação temporal da qualidade da água do rio Apa em cada ponto de amostragem e o comportamento da média móvel, 1995-2004.....	27
FIGURA 8 - Variação espacial e temporal da qualidade da água do rio Paraguai, média mensal. ....	28
FIGURA 9 - Variação espacial e temporal da qualidade da água do rio Paraguai, média anual.....	29
FIGURA 10 - Variação espacial e temporal da qualidade da água do rio Paraguai, com dados mensais e média móvel. ....	30
FIGURA 11 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Correntes, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	31
FIGURA 12 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Correntes, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	32
FIGURA 13 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Correntes e o comportamento da média móvel. ....	32
FIGURA 14 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Piquiri, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	33
FIGURA 15 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Piquiri, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	34
FIGURA 16 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Piquiri e o comportamento da média móvel. ....	35
FIGURA 17 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do córrego Cabeceira Alta, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	36
FIGURA 18 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do córrego Cabeceira Alta e o comportamento de sua média móvel.....	36
FIGURA 19 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Miranda, baseada no IQA médio, 1995-2004. ....	38
FIGURA 20 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Miranda, baseada no IQA médio, 1995-2004. ....	38
FIGURA 21 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Miranda e a tendência da qualidade baseada na média móvel .....	41
FIGURA 22 - Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Miranda, baseada no IQA médio, 1995-2004.....	42
FIGURA 23 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Aquidauana, baseada no IQA médio, 1995-2004 .....	42
FIGURA 24 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Aquidauana, baseada no IQA médio, 1995-2004.....	42
FIGURA 25 - Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Aquidauana, baseada no IQA médio, 1995-2004.....	43

FIGURA 26 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Aquidauana (dados mensais) e o comportamento da média. ....	45
FIGURA 27 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do córrego Acogo, baseada no IQA médio, 1995-2004. ....	45
FIGURA 28 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do córrego Acogo, baseada no IQA médio, 1995-2004. ....	46
FIGURA 29 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do córrego Acogo e a tendência da qualidade medida pela média móvel. ....	46
FIGURA 30 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água dos rios Canastrão e Cachoeirão e a tendência da qualidade medida pela média móvel. ....	47
FIGURA 31 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Salobra e a tendência da qualidade medida pela média móvel. ....	48
FIGURA 32 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Formoso, baseada no IQA médio, 1996-2004. ....	48
FIGURA 33 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Formoso, baseada no IQA médio, 1996-2004. ....	49
FIGURA 34 - Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Formoso, baseada no IQA médio, 1996-2004. ....	50
FIGURA 35 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Formoso e a tendência da qualidade medida pela média móvel. ....	51
FIGURA 36 - Variação espacial longitudinal da qualidade da água do Córrego Bonito, baseada no IQA médio, 1996-2004. ....	52
FIGURA 37 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do córrego Bonito e a tendência da qualidade medida pela média móvel. ....	53
FIGURA 38 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do córrego Saladeiro e Restinga e a tendência da qualidade medida pela média móvel. ....	54
FIGURA 39 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Nabileque, baseada no OD médio, 1994-2004. ....	54
FIGURA 40 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Nabileque, baseada no OD médio, 1994-2004. ....	55
FIGURA 41 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Nabileque e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	56
FIGURA 42 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Paraguai....	57
FIGURA 43 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no OD médio, 1994-2004. ....	57
FIGURA 44 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Paraguai, no trecho entre Forte Coimbra e Porto Murtinho, e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	58
FIGURA 45 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Negro, baseada no OD médio. ....	59
FIGURA 46 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Negro, medida pelo OD médio. ....	59
FIGURA 47 - Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Negro, com dados médios de OD. ...	60
FIGURA 48 - Variação espacial longitudinal e temporal da qualidade da água do rio Negro, medida pelo OD durante todo o período monitorado. ....	63
FIGURA 49 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Taquari, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	63
FIGURA 50 - Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Taquari, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	64

FIGURA 51 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Taquari, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	64
FIGURA 52 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Taquari e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	66
FIGURA 53 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Coxim, baseada no IQA médio, 1994-2004 .....	67
FIGURA 54 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Coxim, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	67
FIGURA 55 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Coxim, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	68
FIGURA 56 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Coxim e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	69
FIGURA 57 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Taquari-Mirim, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	70
FIGURA 58 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Taquari-Mirim, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	70
FIGURA 59 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Taquari-Mirim e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	70
FIGURA 60 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Verde, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	71
FIGURA 61 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Verde, baseada no IQA médio, 1994-2004 .....	72
FIGURA 62 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Verde e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	72
FIGURA 63 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Paraguai baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	72
FIGURA 64 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	73
FIGURA 65 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no IQA médio, 1994-2004. ....	73
FIGURA 66 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Paraguai e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	74
FIGURA 67 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do canal do Tamengo baseada no IQA médio, 2000-2004. ....	75
FIGURA 68 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do canal do Tamengo, baseada no IQA médio, 2000-2004. ....	75
FIGURA 69 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do canal do Tamengo e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	75
FIGURA 70 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Paraguai baseada no OD médio, 1997-2004. ....	76
FIGURA 71 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no OD médio, 1997-2004 .....	76
FIGURA 72 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Paraguai e a tendência da qualidade baseada na média móvel .....	77
FIGURA 73 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Itiquira baseada no OD médio, 1997-2004 .....	77
FIGURA 74 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Itiquira, baseada no OD médio, 1997-2004. ....	78

FIGURA 75 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Itiquira e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	78
FIGURA 76 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Cuiabá baseada no OD médio, 1997-2004. ....	79
FIGURA 77 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Cuiabá, baseada no OD médio, 1997-2004. ....	79
FIGURA 78 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Cuiabá e a tendência da qualidade baseada na média móvel. ....	80
FIGURA 79 – Isoetas na Região Hidrográfica do Paraguai .....	83
FIGURA 80 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo demanda (m <sup>3</sup> /s) de recursos hídricos por tipo de uso .....	86

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo a área e percentual de participação .....	21
TABELA 2 – Valores numéricos válidos em cada variável por Sub-Bacia. ....	23
TABELA 3 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo vazões médias e de permanência (95%) e percentual de participação no total da Região .....	85
TABELA 4 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo balanço da demanda por disponibilidade .....	85
TABELA 5 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo demanda (m <sup>3</sup> /s) de recursos hídricos por tipo de uso .....	86

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Variáveis medidas em cada sub-bacia hidrográfica da BAP/MS, 1994-2004 .....	23
QUADRO 2 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Apa .....	25
QUADRO 3 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Correntes .....	30
QUADRO 4 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Miranda .....	37
QUADRO 5 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Nabileque .....	52
QUADRO 6 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta da Sub-Bacia do Rio Negro .....	58
QUADRO 7 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Taquari. ....	65
QUADRO 8 – Síntese da tendência da qualidade da água para cada ponto monitorado nas seis Sub-Bacias da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo as categorias melhorando, piorando, estável e indefinida. ....	94

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

ANA –	Agência Nacional de Águas
BAP –	Bacia do Alto Paraguai
CCA –	Centro de Controle Ambiental
CECA –	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CETESB –	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH –	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA –	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO –	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE –	Estação de Tratamento de Esgoto
FEEMA –	Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente do Rio de Janeiro
GEF –	Global Environment Facility
ICB –	Índice da Comunidade Bentônica
ICF –	Índice da Comunidade Fitoplanctônica
ICZ –	Índice da Comunidade Zooplanctônica
IET –	Índice do Estado Trófico
IMAP –	Instituto de Meio Ambiente Pantanal
INAMB –	Instituto de Preservação e Controle Ambiental
IPMCA –	Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática
IQA –	Índice de Qualidade de Água
IVA –	Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática
NSF –	National Sanitation Foundation
OD –	Oxigênio Dissolvido
OEA –	Organização dos Estados Americanos
pH –	Potencial Hidrogeniônico
PNMA –	Programa Nacional de Meio Ambiente
PNUMA –	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PERH –	Política Estadual de Recursos Hídricos
SEGRH –	Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SEMA –	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos
SUREHMA –	Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Paraná
UNESCO –	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO E  
TENDÊNCIAS DE QUALIDADE DAS  
ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO  
ALTO PARAGUAI  
EM MATO GROSSO DO SUL

1994-2004

Campo Grande • MS • 2005

## INTRODUÇÃO

Na década de 1980, graves acidentes ambientais ocorreram na Bacia do Alto Paraguai (BAP) em Mato Grosso do Sul, decorrentes da utilização inadequada de agrotóxicos e do lançamento de vinhoto oriundo de destilarias de álcool.

O Instituto de Preservação e Controle Ambiental (INAMB), o órgão ambiental do Estado naquela época, não dispunha de laboratórios próprios de controle ambiental para realizar as análises necessárias. Em conseqüência, era obrigado a recorrer a órgãos ambientais mais estruturados de outros Estados, como a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB), de São Paulo, a Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA), do Paraná, e a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA), do Rio de Janeiro.

Respondendo a essa necessidade, surgiu, então, a primeira unidade laboratorial do INAMB, ou seja, a de Físico-Química. Posteriormente, já na estrutura do IMAP, as unidades laboratoriais foram ampliadas com a construção dos laboratórios de Bacteriologia, Absorção Atômica e Hidrobiologia. Com as unidades laboratoriais instaladas implementou-se a sua rotina de trabalho, instalando-se, assim, a Rede Básica de Monitoramento da BAP/MS, a qual foi sendo estruturada por sub-bacia, começando com a Sub-Bacia do Miranda, seguindo-se a do Taquari e as demais, sucessivamente, até completar as seis Sub-Bacias da BAP/MS.

Até então, os estudos existentes eram levantamentos esporádicos decorrentes de acidentes ambientais, cujos dados geralmente se perdiam. O monitoramento da qualidade das águas do Estado teve seu início em 1992, com recursos do Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA), do Ministério de Meio Ambiente. Seu objetivo é controlar o lançamento de efluentes nos corpos receptores, dar suporte ao licenciamento ambiental e obter séries históricas de dados de qualidade para subsidiar tomadas de decisão.

Antes do início do monitoramento, foram mapeados todos os corpos d'água da Bacia, elaborados os diagramas unifilares e realizados os levantamentos *in loco* das atividades econômicas instaladas na BAP/MS. Estas foram vistoriadas e cadastradas, com o registro das informações gerais e específicas sobre os efluentes gerados e lançados nos corpos receptores. Posteriormente, esses empreendimentos foram hierarquizados e plotados em mapas, a partir do dimensionamento das cargas poluidoras potencial e remanescente.

Os pontos de amostragem da Rede Básica de Monitoramento da Qualidade das Águas da BAP/MS foram definidos com base no tipo de indústria, carga poluidora, usos da água, necessidades de controle por parte do IMAP, facilidade de acesso e tempo necessário para que as amostras fossem processadas nos laboratórios. Em seguida foram determinados os indicadores de qualidade das águas e a frequência de amostragem. Em 1994, deu-se início ao monitoramento em 58 pontos de amostragem e 14 pontos de estudos específicos, distribuídos nas Sub-Bacias dos Rios Apa, Correntes, Miranda, Nabileque, Negro e Taquari.

Como o IMAP dispunha das unidades laboratoriais básicas (físico-química, bacteriologia e absorção atômica) e as atividades fontes de contribuições para a BAP/MS eram, na maioria, constituídas de cargas orgânicas, optou-se por adotar o Índice de Qualidade de Água IQA/NSF, modificado pela CETESB. Esse índice possibilita o tratamento de um número maior de informações, de forma sintética e acessível, tanto para o IMAP tomar decisões como também para o público leigo, por sua fácil visualização e entendimento. Os métodos de análise adotados são os especificados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e constantes do Manual de Procedimentos do Centro de Controle Ambiental (CCA) do IMAP.

Posteriormente, com a instalação das unidades laboratoriais de hidrobiologia e absorção atômica, novos indicadores foram acrescidos à Rede, incluindo os metais e organismos bentônicos, em função das

peculiaridades limnológicas da planície de inundação, como também pela necessidade de esclarecer lançamentos clandestinos.

Anualmente são apresentados relatórios com os resultados das análises laboratoriais, somando até o momento dez Relatórios de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai publicados, abrangendo os anos de 1994, 1995, 1996, 1997-1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 e 2004.

Os dados obtidos nesses Relatórios informam que a qualidade das águas da BAP/MS vem apresentando alterações ano a ano, requerendo uma análise integrada envolvendo todos os pontos de amostragem em todo o período considerado. Nesses onze anos, outras atividades econômicas se instalaram na BAP/MS, novos impactos ambientais surgiram, impondo-se a adequação do monitoramento à Política Estadual de Recursos Hídricos.

É indispensável que esses resultados recebam um tratamento estatístico integrado, visando a determinar o seu significado diante dos objetivos inicialmente traçados para o monitoramento empreendido, delinear a evolução dos parâmetros analisados, detectar eventuais dificuldades e propor alterações de conteúdos e/ou procedimentos.

Este é o propósito deste Relatório de Avaliação e Tendências, isto é, apresentar às diversas instâncias político-institucionais com interfaces com os recursos hídricos, a tendência evolutiva da série histórica de resultados obtidos em onze anos de operação da Rede Básica de Monitoramento da Qualidade das Águas da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul pelo IMAP, contribuindo, dessa maneira, para que essa Rede constitua um instrumento efetivo e eficaz de gestão dos recursos hídricos.

A BAP/MS causa especial interesse e se destaca por sua característica peculiar de abrigar uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta: o Pantanal Mato-Grossense. O Pantanal foi declarado pela Constituição Federal de 1988 como Patrimônio Nacional, e em 2000, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) classificou-o como Reserva da Biosfera. Em julho de 2004, a 7ª Conferência Internacional sobre Áreas Úmidas, realizada em Utrecht, Holanda, indicou o Pantanal como uma das áreas inundáveis que merecem atenção especial pela sua importância global.

O conteúdo deste Relatório está estruturado em duas partes. A primeira contextualiza brevemente a BAP/MS e analisa estatisticamente a série de dados de qualidade produzidos entre 1994 e 2004, apresentando e ilustrando, por meio de gráficos, as curvas representativas das tendências evolutivas do comportamento dos corpos d'água das Sub-Bacias em relação ao oxigênio dissolvido (OD) e ao Índice de Qualidade de Água (IQA).

Na segunda parte, são consideradas algumas peculiaridades naturais e fatores impactantes presentes na BAP/MS, com a finalidade de chamar a atenção para a necessidade da sua incorporação ao monitoramento e para colocar em discussão a proposta do desenvolvimento de novos índices e variáveis pertinentes à proteção da vida aquática, em especial na planície pantaneira, com base no princípio ecológico de que, para o adequado gerenciamento dos recursos hídricos, é necessário que se tenha uma compreensão abrangente do funcionamento, organização e inter-relações dos diversos sistemas.

Com o desenvolvimento destes estudos em Mato Grosso do Sul, certamente poderão ser definidas diretrizes básicas para incorporar nas normas vigentes parâmetros e limites legais específicos para cada Sub-Bacia da BAP/MS, com custos compatíveis com a realidade do Estado.

Espera-se que este Relatório contribua para subsidiar o novo direcionamento para a gestão e gerenciamento dos recursos hídricos instituído pela Lei Estadual nº 2.406/ 2002, que estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH), orientada pelos princípios dos usos múltiplos e da indissociabilidade entre quantidade e qualidade das águas.

# I. AVALIAÇÃO E TENDÊNCIAS

## 1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1.1 Contexto geral da BAP/MS

A Região Hidrográfica do Paraguai, com 496 mil quilômetros quadrados, dos quais cerca de 174 mil em Mato Grosso do Sul, é uma das 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras definidas pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Está localizada na porção oeste do País, compreendendo os territórios de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Figura 1), além da Bolívia e do Paraguai.



**FIGURA 1 - Divisão Hidrográfica Nacional, conforme a Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos**  
Fonte: ANA, 2004.

Os principais rios são, de norte para o sul: Paraguai, Jauru, Cabaçal, Sepotuba, Bento Gomes, Cuiabá, São Lourenço, Itiquira, Piquiri, Taquari, Negro, Miranda, Aquidauna, Nabileque e Apa. Além dos afluentes, há no rio Paraguai, em sua margem direita e conectadas a ele, uma série de lagoas (“baías”) extensas e cercadas por áreas mais altas (“morrarias”) denominadas como: Uberaba, Gaíva, Mandioré, Vermelha, Castelo e Cáceres (em território boliviano), Negra, Jacadigo, entre outras.

A drenagem da planície pantaneira é complexa. Segundo Carvalho (1984), é constituída por pequenos cursos d’água (córregos), linhas de drenagem de moderada declividade, mas sem canal bem desenvolvido (vazantes), vazantes com seção definida (corixos ou corixões), lagos e lagoas (baías) e antigos meandros marginais. A região da Nhecolândia, no Pantanal Sul, apresenta como característica milhares de lagoas predominantemente circulares, que, de acordo com suas características limnológicas diferenciadas, são denominadas regionalmente como “baías”, “salitradas” e “salinas”.

Das 57 subunidades das Regiões Hidrográficas do País, denominadas Sub-Regiões ou Sub-Bacias ou SUB 1, a Região Hidrográfica do Paraguai participa com três (Figura 2), e das 273 subunidades denominadas Sub-Bacias de Referência ou SUB 2, participa com 17 (Figura 3).



**FIGURA 2 – Sub-Regiões ou Sub-Bacias ou SUB 1, pertencentes à Região Hidrográfica do Paraguai, das 57 subunidades das 57 Regiões Hidrográficas do Brasil.**  
Fonte: PNRH, 2005.

Essas Sub-Bacias de Referência compreendem as principais redes hidrográficas, algumas das quais subdivididas (como as do Paraguai e Taquari em Mato Grosso do Sul), em função da área de contribuição no limite da planície pantaneira. Observa-se que a rede hidrográfica do Nabileque, cujos rios são na sua maioria afluentes diretos do rio Paraguai, forma uma Sub-Bacia de Referência. Todavia, na rede hidrográfica do Apa não estão incluídos os afluentes diretos do rio Paraguai.

As Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai localizadas total ou parcialmente em Mato Grosso do Sul são as seguintes: Paraguai 01, Paraguai 02, Taquari 01, Taquari 02, Negro MS 01, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Apa. Os percentuais de participação na região são apresentadas na Tabela 1.

Ressalta-se que em Mato Grosso do Sul, a classificação adotada para o monitoramento da qualidade das águas superficiais distingue seis Sub-Bacias na BAP/MS, conforme situadas na Figura 4: Apa, Correntes, Miranda, Negro, Nabileque e Taquari.

A BAP/MS é formada por outras bacias menores que drenam para o rio Paraguai, seu principal canal de drenagem, as quais são provenientes de diferentes regiões geológicas e com regimes pluviométricos/hidrológicos distintos, que lhe conferem características também distintas.



FIGURA 3 – Sub-Bacias Hidrográficas da Região Hidrográfica do Paraguai – nível 2.  
Fonte: PNRH, 2005.

TABELA 1 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo a área e percentual de participação

Sub-Bacia de Referência	Área (km <sup>2</sup> )	% de participação na Região Hidrográfica
Paraguai 01	16.752,00	4,62
Paraguai 02	31.534,00	8,70
Taquari 01 *	27.640,00	7,63
Taquari 02 *	26.299,00	7,26
Negro MS 01	34.982,00	9,66
Aquidauana	21.183,00	5,85
Miranda	21.594,00	5,96
Nabileque	23.890,00	6,59
Apa	17.419,00	4,81
<b>Total</b>	<b>362.259,00</b>	<b>61,08</b>

\*Esta subdivisão se deu em face da localização dos pontos de controles e trechos do rio que estão localizados no planalto e na planície.  
Fonte: ANA, 2004.

### 1.1.2 Monitoramento da qualidade das águas

Os corpos d'água de maneira geral, bem como os ecossistemas aquáticos, acabam servindo de reservatórios ou destino final de todos os poluentes lançados tanto no ar quanto na terra e até mesmo na própria água.

De acordo com Meybeck e Helmer (1992), a qualidade de um ambiente aquático pode ser definida segundo a presença de substâncias químicas orgânicas ou inorgânicas em diferentes concentrações e especiações, bem como de acordo com a estrutura e composição da biota aquática. Entretanto, a qualidade das águas superficiais depende de vários fatores naturais e antrópicos, tais como clima, solo e vegetação da região, e do

uso e ocupação do solo e do uso da própria água. Esses fatores provocam variações espaciais e temporais que precisam ser investigadas de modo integrado para permitir uma melhor avaliação da qualidade das águas.

Os diferentes usos do solo e da água, em uma determinada bacia hidrográfica, geram diversas fontes de poluição, que possuem características próprias quanto aos poluentes que carregam, ou seja, os esgotos domésticos possuem altas concentrações de bactérias, matéria orgânica e nutrientes, os efluentes industriais possuem metais pesados, óleos e graxas, entre outros poluentes, enfim, cada fonte apresenta um rol de substâncias que podem influir negativamente na qualidade da água.

A análise sistemática de todos os poluentes presentes na água é uma prática inexecutável, portanto, é necessária a seleção de alguns parâmetros que possam indicar e representar a qualidade do corpo d'água.

Assim, a qualidade das águas é avaliada em função do seu uso, por meio de análises físico-químicas, físicas, biológicas e hidrobiológicas, cujas técnicas e procedimentos analíticos já estejam avaliados e padronizados, bem como os procedimentos de coleta e preservação das amostras rigorosamente seguidos (QUINAGLIA, 1997 apud FERREIRA,2000).

Para se fazer essa avaliação da qualidade da água, geralmente instala-se uma rede de monitoramento, a qual, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (apud DERÍSIO, 1992), sugere três formas de obtenção dos dados de qualidade das águas: monitoramento (*monitoring*), vigilância (*surveillance*) e estudo especial (*survey*).

De acordo com Ferreira (2000), o monitoramento é o levantamento sistemático de dados em pontos de amostragem previamente selecionados, para obtenção da evolução da qualidade da água ao longo do tempo. Esse monitoramento também é conhecido como rede básica, onde os pontos são georreferenciados e as amostras são sempre coletadas no mesmo local. A vigilância prevê o acompanhamento contínuo da qualidade da água, geralmente utilizando aparelhos de mediação automática. O estudo especial caracteriza-se por campanhas intensivas com duração determinada atendendo a um propósito específico.

Com a rede básica de monitoramento instalada é necessário fazer a seleção dos parâmetros, e isto em geral é feito em função dos usos que serão dados à água.

Outro aspecto do monitoramento é o número de dados gerados. Dessa forma, é normal o uso de índices de qualidade de água, os quais englobam uma série de parâmetros, viabilizando com isso maior agilidade na análise dos dados, não necessitando que se faça uma análise individualizada de cada parâmetro.

Em Mato Grosso do Sul, é operada desde 1994 a Rede Básica de Monitoramento da BAP, composta de 74 pontos distribuídos em seis Sub-Bacias. Passados onze anos, a série considerável de dados gerados é analisada a seguir, de maneira integrada, e investigada a evolução da qualidade da água.

## 1.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A primeira fase deste trabalho consistiu na tabulação de todos os dados de qualidade de água da rede de monitoramento da qualidade da BAP/MS, no período 1994 a 2004. Na segunda etapa foi feita a verificação da consistência dos valores registrados, corrigidos ou excluídos os valores anômalos e, finalmente, chegou-se às planilhas que serviram de base para todos os procedimentos estatísticos. O conjunto de dados relativos a cada Sub-Bacia foi sistematizado por ponto de amostragem para possibilitar a avaliação espacial e temporal.

Em seguida, foi realizada a análise estatística descritiva dos dados de cada uma das seis Sub-Bacias, na qual foram calculadas as médias, medianas, desvio-padrão e média móvel. Foram construídos ainda, como parte das análises estatísticas, gráficos de linha, com as variações espaciais longitudinais e variações temporais.

O Quadro 1 mostra as variáveis medidas em cada Sub-Bacia da BAP/MS. Verifica-se que existem dois grupos de Sub-Bacias com as mesmas variáveis, ou seja, aquelas Sub-Bacias situadas no planalto apresentam o maior número de variáveis que aquelas situadas na planície.

**QUADRO 1 – Variáveis medidas em cada sub-bacia hidrográfica da BAP/MS, 1994-2004**

Variável	Sub- Bacias - Rios					
	Apa	Correntes	Miranda	Nabileque	Negro	Taquari
pH	X	X	X	X	X	X
Oxigênio dissolvido	X	X	X	X	X	X
Demanda bioquímica de oxigênio		X	X			X
Demanda química de oxigênio		X	X			X
Fosfato total		X	X			X
Ortofosfato		X	X			X
Nitrogênio Kjeldhal total		X	X			X
Nitrato		X	X			X
Nitrito		X	X			X
Nitrogênio amoniacal		X	X			X
Sólidos totais		X	X			X
Sólidos totais fixos		X	X			X
Sólidos totais voláteis		X	X			X
Sólidos sedimentáveis	X			X	X	X
Sólidos totais dissolvidos	X	X	X	X	X	X
Condutividade elétrica	X	X	X	X	X	X
Temperatura	X	X	X	X	X	X
Turbidez	X	X	X	X	X	X
Cor	X	X	X	X	X	X
Coliformes fecais		X	X			X
Transparência	X	X	X	X	X	X

Já a Tabela 2 mostra a quantidade de valores numéricos válidos e disponíveis para cada variável monitorada em cada Sub-Bacia. Ressalta-se que há uma falta de coincidência entre os meses monitorados em cada ano e entre os pontos de coleta de amostras.

Finalmente, identificaram-se algumas variáveis com valores anômalos, em alguns pontos de coleta. Tais variáveis, embora representadas por valores legítimos, conforme checagem das fichas de campo e de laboratório, apresentam um comportamento visivelmente diferente das demais. Esse aspecto foi levado em consideração na realização das análises, já que valores anômalos podem distorcer os resultados estatísticos.

**TABELA 2 – Valores numéricos válidos em cada variável por Sub-Bacia**

Variável	Sub-Bacias - Rios					
	Apa	Correntes	Miranda	Nabileque	Negro	Taquari
pH	331	425	1.455	222	244	804
Oxigênio dissolvido	331	425	1.455	222	244	804
Demanda bioquímica de oxigênio		425	1.455	222		804
Demanda química de oxigênio		425	1.455	222		804
Fosfato total		425	1.455	222		804
Ortofosfato		425	1.455	222		804
Nitrogênio Kjeldhal total		425	1.455	222		804
Nitrato		425	1.455	222		804
Nitrito		425	1.455	222		804
Nitrogênio amoniacal		425	1.455	222		804
Sólidos totais		425	1.455	222		804
Sólidos totais fixos		425	1.455	222		804
Sólidos totais voláteis		425	1.455	222		804
Sólidos sedimentáveis	331	425	1.455	222	244	804
Sólidos totais dissolvidos	331	425	1.455	222	244	804
Condutividade elétrica	331	425	1.455	222	244	804
Temperatura	331	425	1.455	222	244	804
Turbidez	331	425	1.455	222	244	804
Cor	331	425	1.455	222	244	804
Coliformes fecais		425	1.455	222	244	804
Transparência	331	425	1.455	222	244	804
	<b>3.310</b>	<b>9.350</b>	<b>32.010</b>	<b>4.884</b>	<b>2.440</b>	<b>17.688</b>



FIGURA 4 – Sub-Bacias da Bacia do Alto Paraguai localizadas em Mato Grosso do Sul, conforme classificação adotada neste Estado. Fonte: ANA, 2004.

### 1.3 SUB-BACIA DO RIO APA

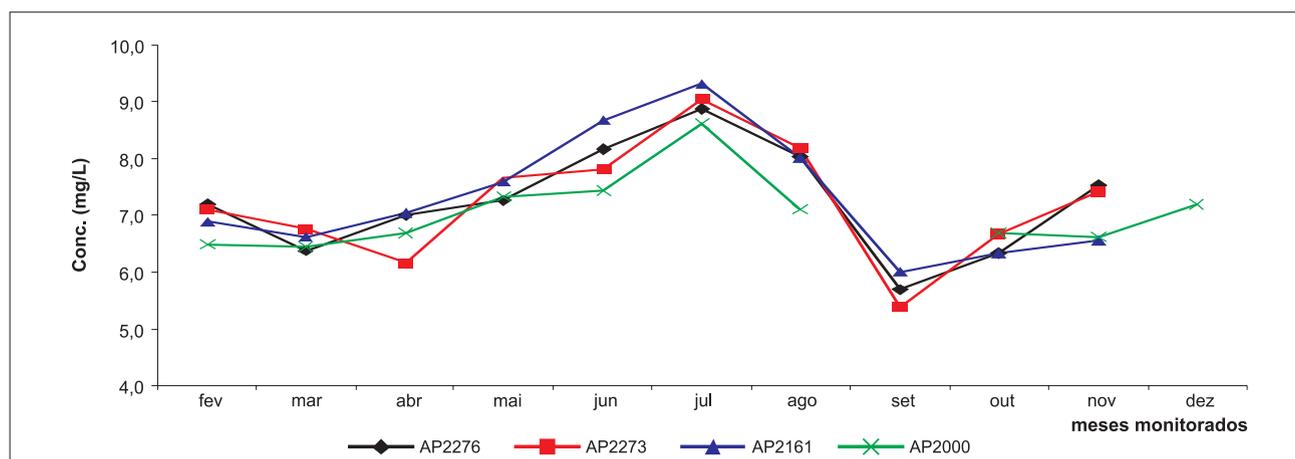
A Rede Básica de Monitoramento da Sub-Bacia do Rio Apa é composta de seis pontos de coleta de amostras de água, dos quais quatro estão distribuídos ao longo do próprio rio Apa e dois no trecho do rio Paraguai entre a cidade de Porto Murтинho e a foz do rio Apa. O Quadro 2 indica o código de cada ponto, sua localização e o ano de início do monitoramento.

**QUADRO 2 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Apa**

Código	Descrição e localização	Ano de início
00MS26AP2276	Rio Apa, a montante da cidade de Bela Vista	1995
00MS26AP2273	Rio Apa, a jusante da cidade de Bela Vista	
00MS26AP2161	Rio Apa, a jusante da foz do rio Caracol	
00MS26AP2000	Rio Apa, na foz	
00MS26PA2060	Rio Paraguai, a jusante da cidade de Porto Murтинho	
00MS26PA2000	Rio Paraguai, na confluência com o rio Apa	

O monitoramento da qualidade da água desse rio, ao longo destes dez anos, sofreu várias interrupções mensais. No entanto, somente um ponto ficou sem monitoramento ao longo desse tempo. O ponto 00MS26AP2161, no ano de 1997, não foi monitorado, segundo informações do IMAP1<sup>1</sup>, por dificuldades operacionais.

Após a análise estatística foi possível a elaboração de gráficos para melhor visualização da qualidade ao longo da série histórica de dez anos. A Figura 5 indica a variação temporal mensal da qualidade da água do rio Apa, medida pelo OD médio. A Figura 6 mostra a variação temporal anual da qualidade da água do rio Apa, medida pelo OD.



**FIGURA 5 - Variação temporal da qualidade da água do rio Apa, baseada no OD médio, 1994-2004.**

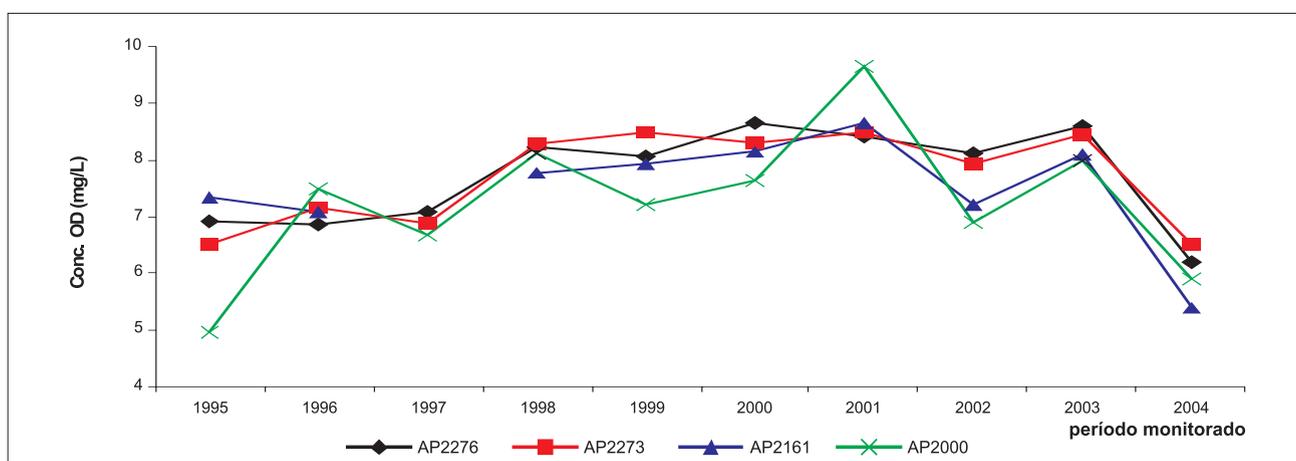
Com base na série histórica de dez anos é possível afirmar que a variabilidade da qualidade da água do rio Apa é mais acentuada em dois períodos distintos, conforme a Figura 5. O primeiro período é no final do mês de setembro e início do mês de outubro, e o segundo ocorre no mês de março.

Da análise dos dados e das condições ambientais da Sub-Bacia do Rio Apa, constatou-se que a queda na qualidade da água no mês de setembro e outubro está associada com o início do período chuvoso. As chuvas provocam o arraste de material depositado no solo para a calha do rio e como nesta época o rio Apa apresenta uma lâmina d'água muito baixa, há o comprometimento de toda a extensão do rio, refletida na baixa concentração do OD.

<sup>1</sup> Comunicação pessoal.

No mês de março há um leve decréscimo na qualidade das águas do rio Apa, também associado a um fator natural (chuvas); no entanto, como o rio Apa nessa época do ano está com o seu nível d'água alto, a redução na concentração do OD é menor, ficando em torno de 6 mg/L, enquanto que no mês de setembro essa concentração é em torno de 5 mg/L.

Por meio da Figura 6, série anual do OD médio do rio Apa, é possível afirmar que ao longo dos dez anos de monitoramento a qualidade das águas desse rio vem melhorando sensivelmente, com exceção do ano 2004, no qual houve somente uma medição em cada ponto no mês de março, quando ocorre a redução da qualidade. O ano de 1995 foi atípico para o ponto AP2000, pois foi verificada baixa concentração de OD nos meses de junho e agosto, fato totalmente aleatório, pois não se repetiu ao longo desses dez anos.



**FIGURA 6 – Variação média anual da qualidade da água do rio Apa, 1995-2004.**

A Figura 7 mostra a variação temporal da qualidade da água do rio Apa em cada ponto de amostragem e o comportamento da média móvel ao longo desses dez anos de monitoramento. Por meio da Figura 7 é possível observar que os dois primeiros pontos (AP2276 e AP2273) apresentam sempre uma tendência bem definida de melhora da qualidade da água. Já o ponto AP2161 apresenta tendência ascendente até julho de 2001 quando então se inicia um processo de queda na qualidade. O ponto AP2000 não apresenta tendência definida, ou seja, oscila ao longo de todo o período monitorado, ora com valor máximo ora com valor mínimo.

O único ponto do rio Apa que apresenta valor de OD, em alguns meses, abaixo do padrão mínimo recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe 2, é o AP2000. A própria média móvel que amortece a variabilidade dos dados apresenta valor abaixo dos 5 mg/L no início do período.

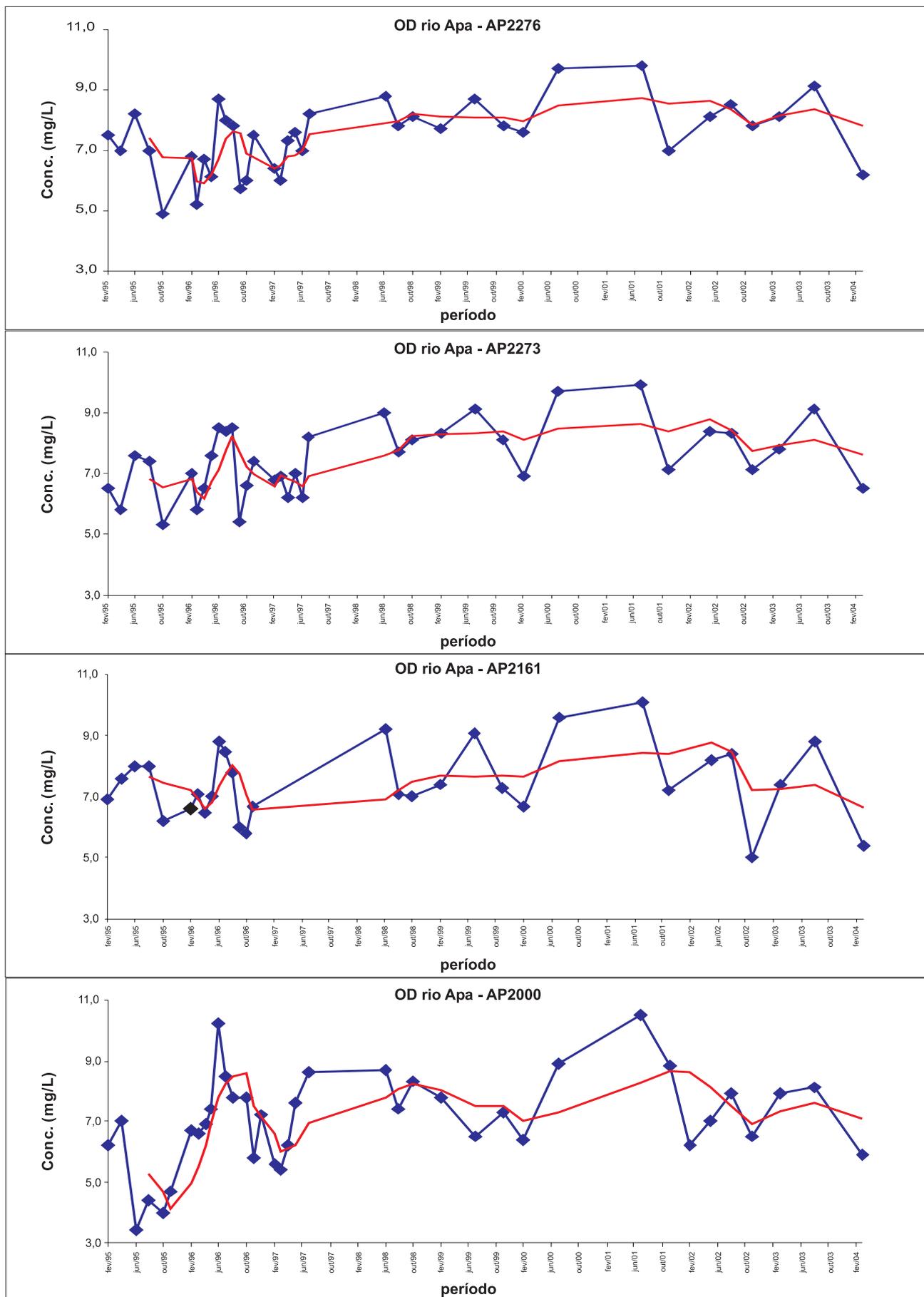
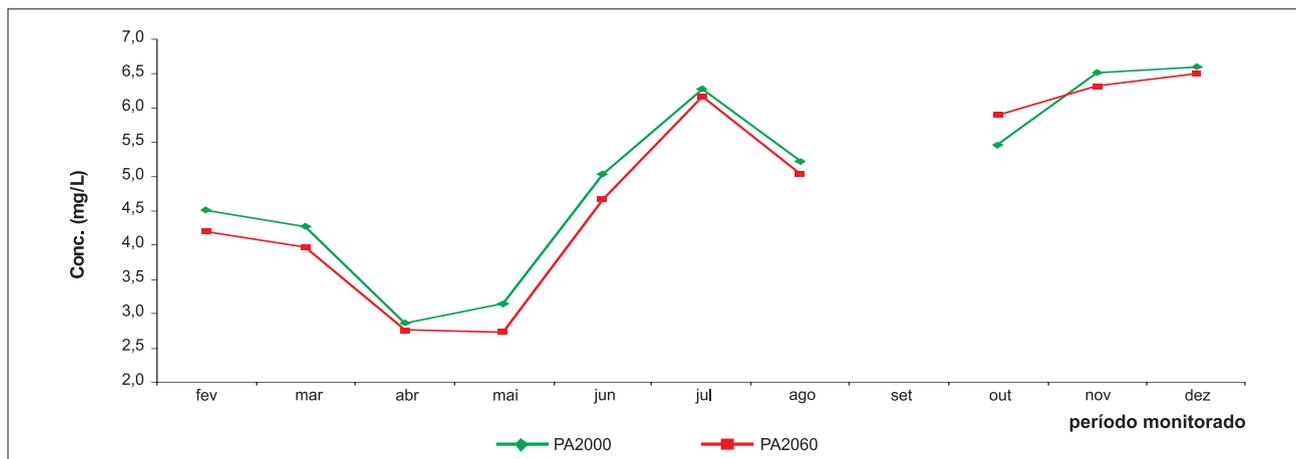


FIGURA 7 - Variação temporal da qualidade da água do rio Apa em cada ponto de amostragem e o comportamento da média móvel, 1995-2004.

O rio Paraguai, no trecho compreendido entre a cidade de Porto Murtinho e a confluência do rio Apa, é o corpo d'água que apresenta a menor qualidade dentro da Sub-Bacia do Rio Apa. A Figura 8 apresenta a variação temporal (mês a mês) da qualidade da água desse trecho do rio Paraguai. Conforme a Figura 8, durante todo o período monitorado houve duas falhas de dados, uma durante o mês de janeiro e outra no mês de setembro.



**FIGURA 8 – Variação espacial e temporal da qualidade da água do rio Paraguai, média mensal.**

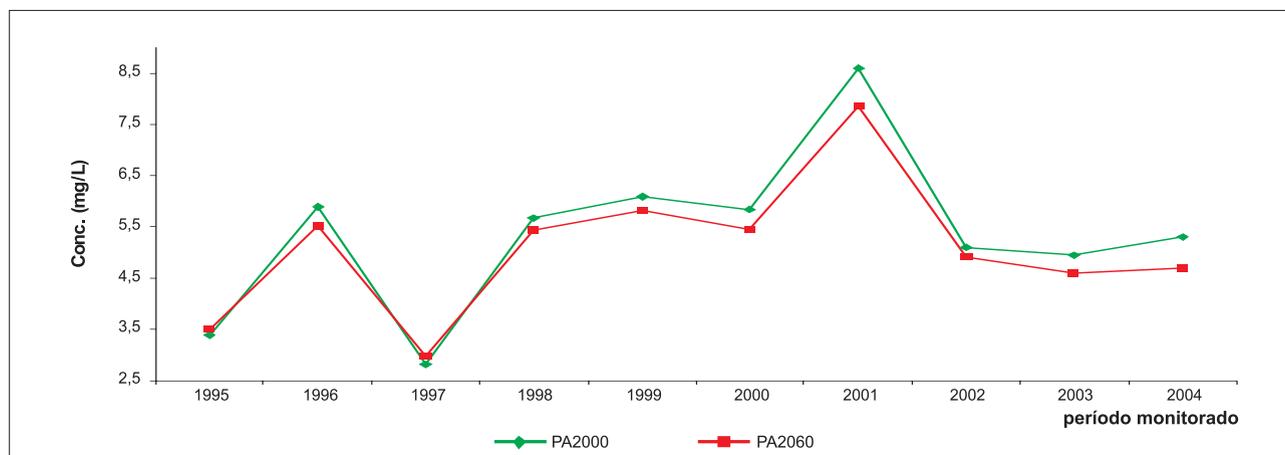
A falha de dados observada na série histórica mensal pode ser considerada como grave, pois é justamente no mês de setembro que a Sub-Bacia do Rio Apa apresenta a menor qualidade de suas águas; assim, a avaliação das águas do rio Paraguai fica comprometida neste mês. No entanto, pelo formato do gráfico (Figura 8), declive em agosto e aclive em outubro, pode-se inferir que haveria uma queda na qualidade no mês de setembro.

Fica evidente que, embora se tenha uma série de dez anos de dados de monitoramento, há falhas, como a ausência de dados em determinados meses, que precisam ser evitadas.

Essa análise histórica é importante, pois permite uma visão integrada de todos os dados e, assim, detectar possíveis falhas e variações que ocorrem na bacia hidrográfica.

Ainda com relação à Figura 8, observa-se que diferentemente do rio Apa, o rio Paraguai apresenta as menores concentrações de OD nos meses de abril e maio. Consta-se daí que, enquanto a qualidade das águas do rio Apa está fundamentalmente relacionada com o clima, ou seja, período chuvoso, a qualidade das águas do rio Paraguai está relacionada com o período de cheia nesta área da Sub-Bacia. Essa hipótese é confirmada pelos baixos valores de OD em toda a calha do rio Paraguai, que ocorre mais cedo (janeiro, fevereiro e março) em Corumbá e mais tardiamente próximo à confluência com o rio Apa.

A Figura 9 mostra que as águas do rio Paraguai nos dois pontos de monitoramento apresentam comportamento semelhante, mesmo estando distantes 60 quilômetros um do outro. Esse trecho de rio apresentou concentrações de OD em desconformidade com os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 2.



**FIGURA 9 – Variação espacial e temporal da qualidade da água do rio Paraguai, média anual.**

O ponto PA2060 localiza-se imediatamente a jusante da cidade de Porto Murinho; no entanto, não se observa nenhuma influência na qualidade da água ocasionada pelo esgotamento sanitário da cidade, conforme a similaridade mostrada entre os dois pontos na Figura 9.

Esse trecho de rio apresenta tendência sempre de melhora ao longo desses dez anos, com exceção do ano de 1997, quando ocorreu uma grande cheia na BAP/MS, permanecendo mais tempo inundada a região. A partir de 2001 houve uma queda na qualidade, tendência que permaneceu até 2004. São necessárias a manutenção da rede e a operacionalização eficiente dela para detectar a tendência da qualidade nos próximos dez anos.

A Figura 10 mostra a variação espacial longitudinal e temporal da qualidade da água, com dados mensais e com a aplicação da média móvel. Com essa ferramenta estatística é possível detectar mais claramente a tendência da qualidade da água, ou seja, no ano de 1997 houve realmente uma tendência de queda acentuada da qualidade; logo em seguida a tendência é de melhora até o final de 2001, quando então se observa uma leve tendência de piora na qualidade.

Pela Figura 10 é possível inferir que o ano 1997 foi atípico, pois foi observada concentração de OD próxima de zero. O ano de 1995 registra os menores valores próximos a 2 mg/L.

Após análise de todos os dados da Sub-Bacia do Rio Apa, pode-se concluir que as águas nesses dez anos apresentam qualidade com tendência de melhora. No entanto, fica clara a necessidade da manutenção de frequência mínima de coleta de amostras para evitar falhas de dados e permitir uma melhor interpretação destes.

Outro ponto importante a ser considerado na Sub-Bacia do Rio Apa é a necessidade de inserção de novos parâmetros indicadores da qualidade das águas, ou seja, tanto o rio Apa quanto o trecho do rio Paraguai drenam áreas urbanas, podendo estar sendo poluídas com outros tipos de cargas não detectáveis quando só se faz a avaliação pelo OD.

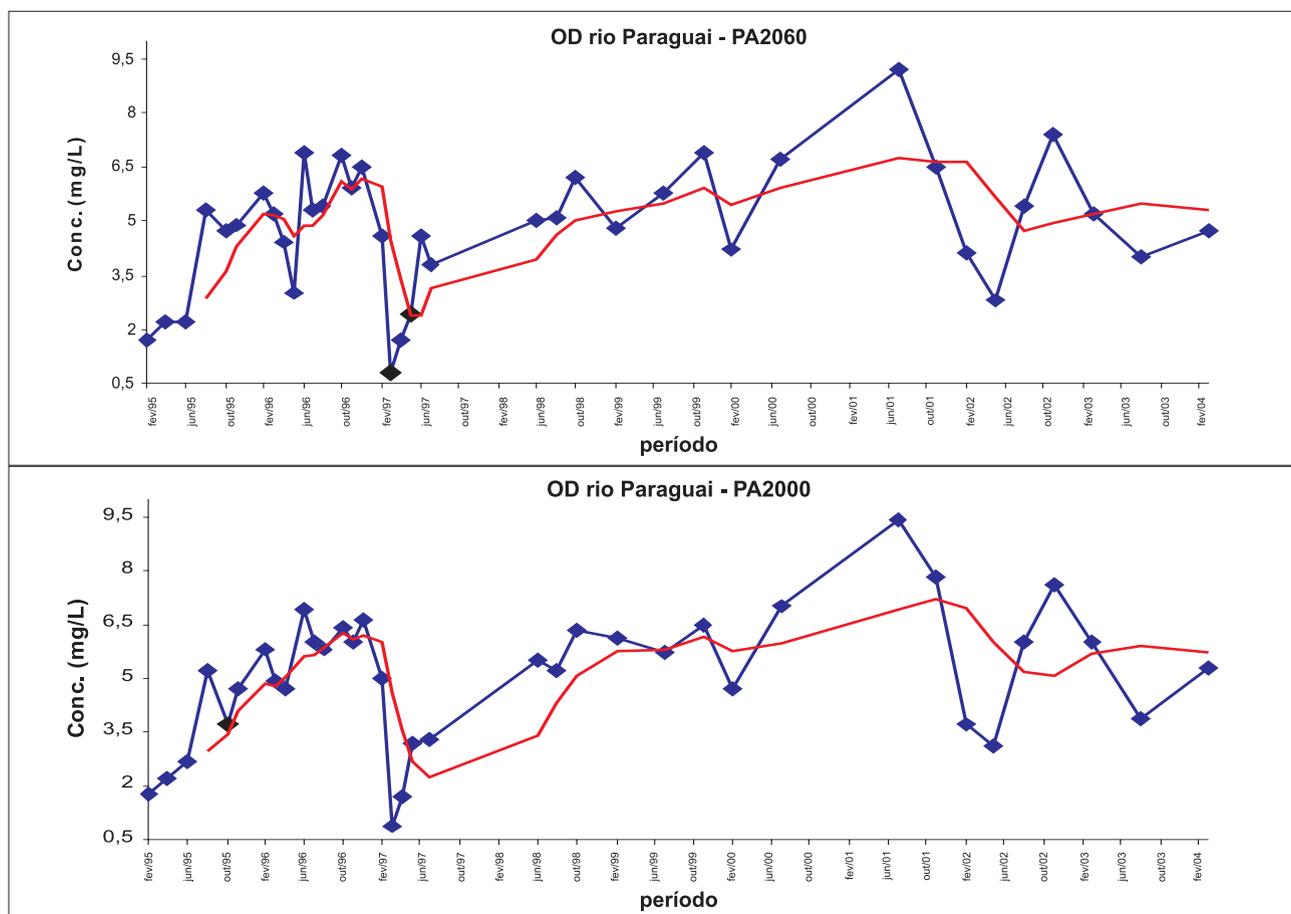


FIGURA 10 – Variação espacial e temporal da qualidade da água do rio Paraguai, com dados mensais e média móvel.

## 1.4 SUB-BACIA DO RIO CORRENTES

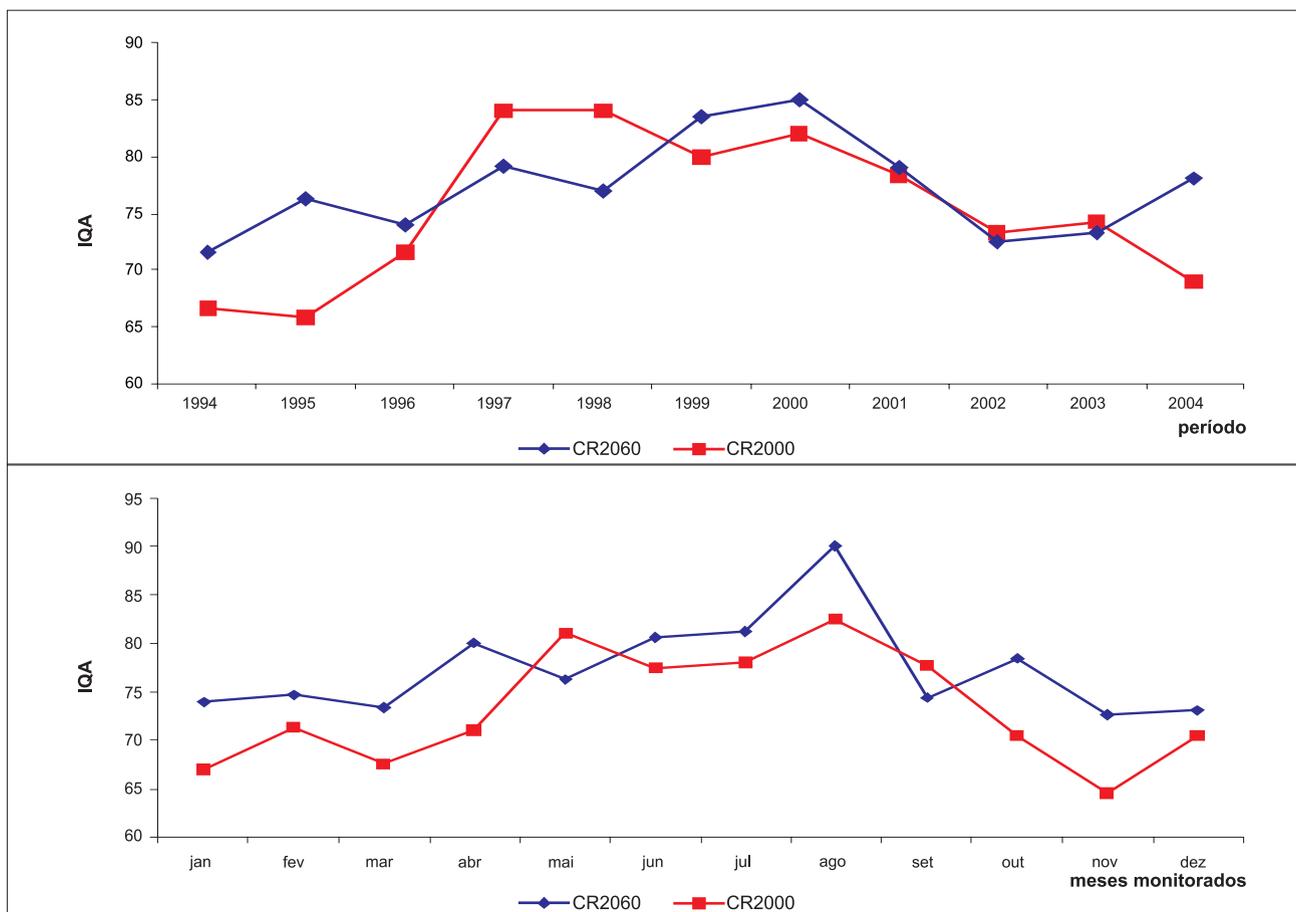
A Rede Básica de Monitoramento da Sub-Bacia do Rio Correntes é composta de oito pontos de coleta de amostras de água, distribuídos estrategicamente ao longo dos principais corpos d'água (dois no rio Correntes, quatro no rio Piquiri e dois no córrego Cabeceira Alta). O Quadro 3 indica o código de cada ponto, sua localização e o ano de início do monitoramento.

QUADRO 3 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Correntes

Código	Descrição e localização	Ano de início
00MS21CR2060	Rio Correntes, na ponte da rodovia BR-163	1994
00MS21CR2000	Rio Correntes, na foz	
00MS21PQ2253	Rio Piquiri, na ponte da rodovia BR-163	
00MS21PQ2125	Rio Piquiri, a montante da foz do rio Correntes	
00MS21PQ2123	Rio Piquiri, a jusante da foz do rio Correntes	
00MS21PQ2000*	Rio Piquiri, na foz	
00MS21CA2019	Córrego Cabeceira Alta, na tubulação sob a rodovia BR-163	
00MS21CA2008	Córrego Cabeceira Alta, na tubulação sob a rodovia MT-471	

\* O monitoramento no ponto 00MS21PQ2000 iniciou-se em 1997.

O monitoramento da qualidade da água desse rio, ao longo desses onze anos, em apenas um ano deixou de ser realizado em um ponto da rede (00MS21PQ2125, ano 1998). No entanto, houve várias falhas de dados ao longo dos meses, de modo aleatório em cada um dos onze anos. Após a análise estatística foi possível a elaboração de gráficos para melhor visualização da qualidade ao longo da série histórica da qualidade da água. A Figura 11 indica a variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Correntes medida pelo IQA médio.



**FIGURA 11 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Correntes, baseada no IQA médio, 1994-2004.**

Por meio da Figura 11, é possível identificar que os menores valores do IQA ocorrem nos meses de setembro a março, período do início da estação chuvosa. Dessa forma, a qualidade da água do rio Correntes é dependente do clima e do uso e ocupação do solo na área de drenagem, pois tudo que ocorre na Bacia é carregado para o rio.

A Figura 12 mostra a variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Correntes, medida pelo IQA médio.

O ponto CR2000 é o que apresenta a menor qualidade durante esses onze anos de monitoramento, conforme as Figuras 11 e 12. Entretanto, o rio Correntes, conforme a Figura 12, apresenta uma tendência de melhora nos anos de 1997 a 2000, quando então volta a declinar em sua qualidade a partir do ano 2001.

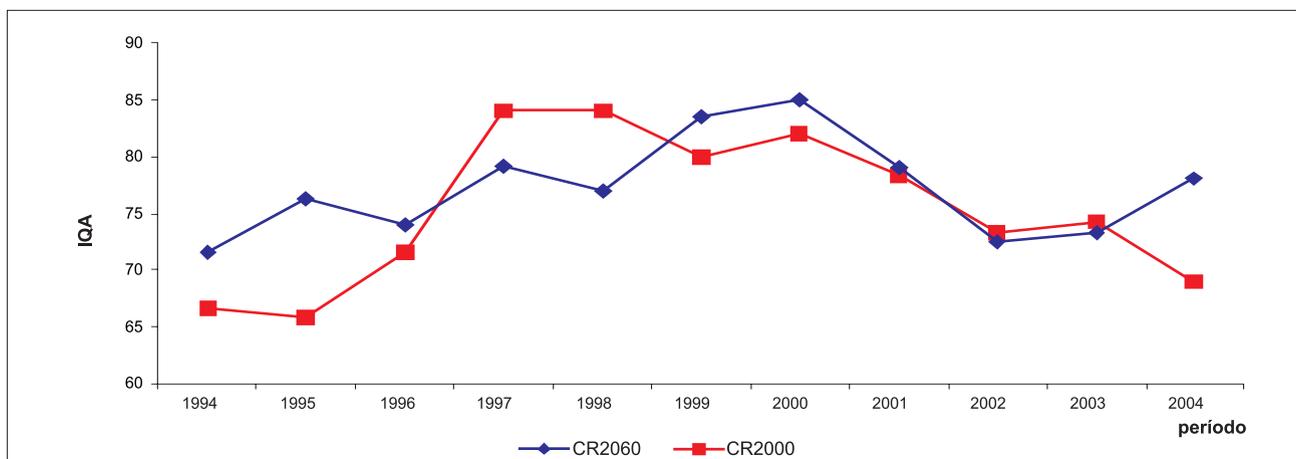


FIGURA 12 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Correntes, baseada no IQA médio, 1994-2004.

Observando a Figura 13, percebe-se que a tendência da qualidade da água do rio Correntes é declinante nos dois pontos monitorados, ou seja, ao longo de onze anos de monitoramento a qualidade da água sofre um decréscimo, principalmente a partir de junho de 2001. Durante esse período a qualidade da água, baseada no IQA, oscila muito durante os meses e os anos. Sempre as mínimas ocorrem nos meses mais chuvosos e os picos máximos no trimestre mais seco (junho, julho e setembro), confirmando a dependência em relação ao clima.

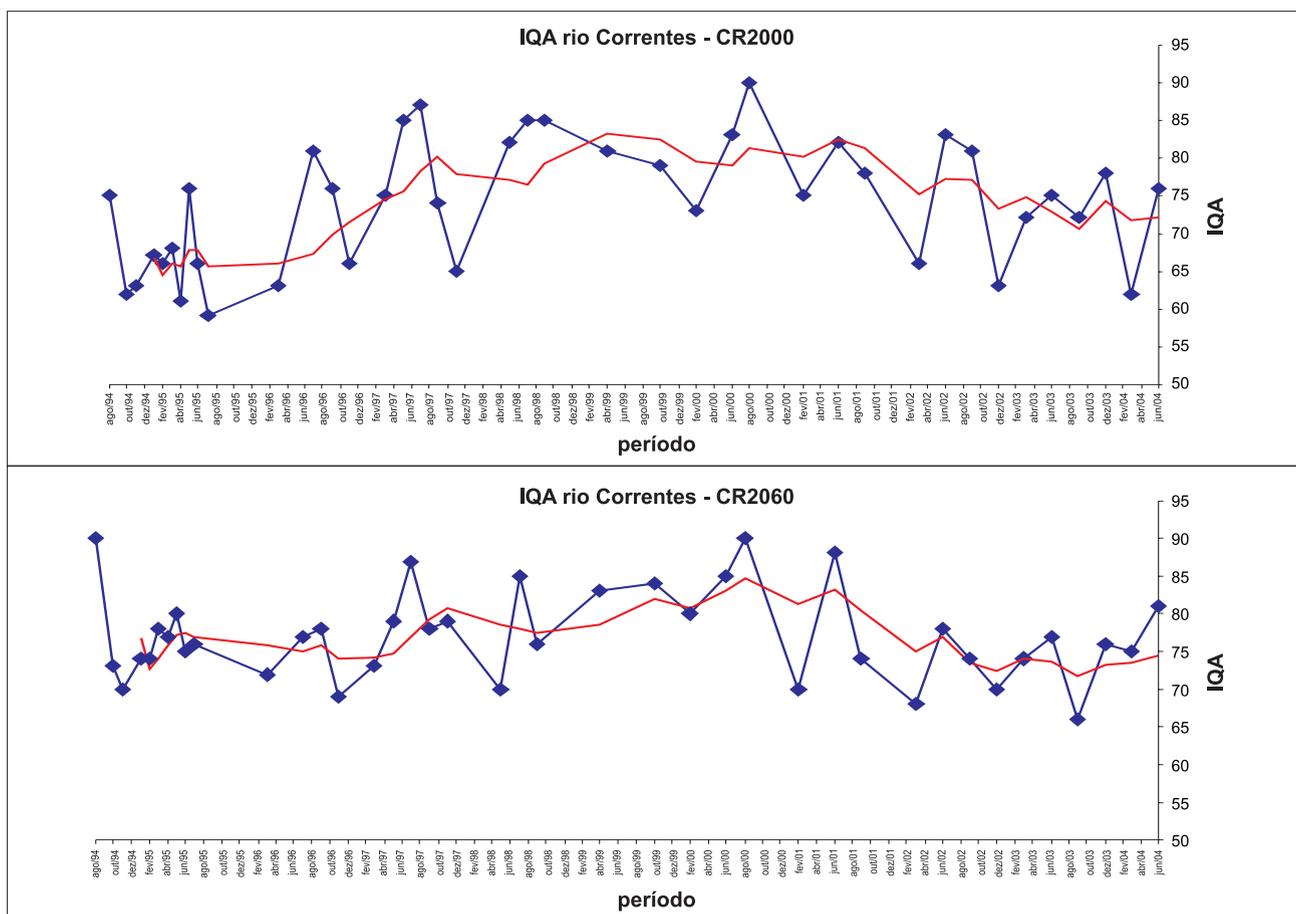
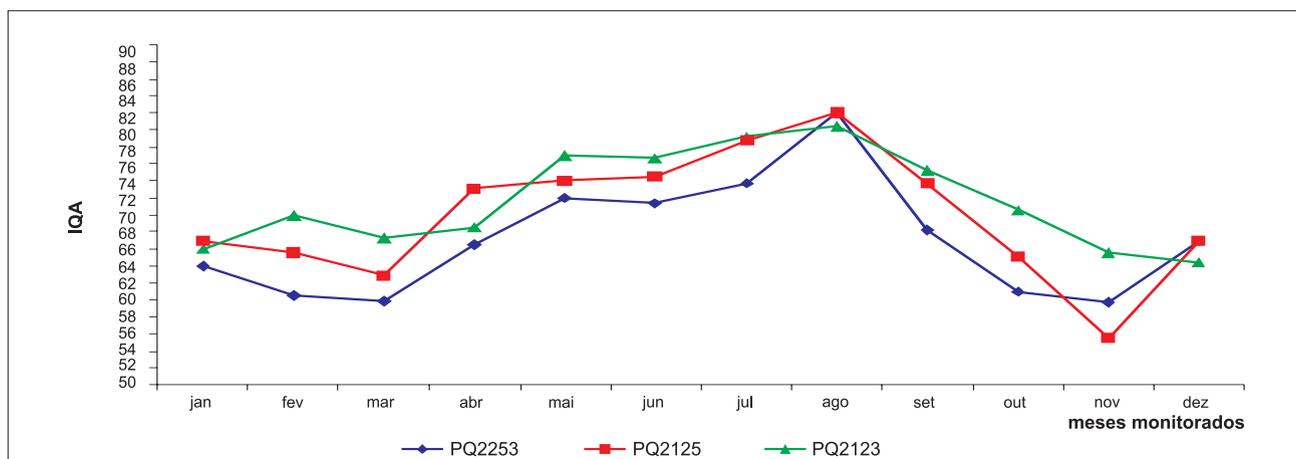


FIGURA 13 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Correntes e o comportamento da média móvel.

Como a qualidade da água da Sub-Bacia do Rio Correntes depende da climatologia, é importante a manutenção da coleta em todos os meses; no entanto, verifica-se pela série de dados que só foi realizada uma coleta no mês de janeiro e duas no mês de dezembro, o que, comparando-se com os onze anos de dados, é muito pouco, dificultando a análise do comportamento da qualidade do rio justamente no período mais chuvoso (trimestre dezembro, janeiro e fevereiro). A análise mais precisa nesses meses só foi possível pela aplicação da média móvel que simula o comportamento da qualidade da água em todos os meses.

O rio Piquiri, outro importante curso d'água da Sub-Bacia do Rio Correntes, conforme a Figura 14, apresenta qualidade variável ao longo dos meses, com os menores valores ocorrendo sempre a partir de setembro e permanecendo até março, confirmando mais uma vez a dependência do clima. É evidente essa sazonalidade na Sub-Bacia do Rio Correntes, carecendo, portanto, de um esforço maior para a aquisição de dados nos meses de menor qualidade.



**FIGURA 14 –** Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Piquiri, baseada no IQA médio, 1994-2004.

Os menores valores de qualidade são apresentados pelos pontos PQ2253 e PQ2125: o primeiro está situado mais próximo à cabeceira do rio e o segundo já adentrando a planície pantaneira.

O deflúvio superficial impacta a qualidade da água no primeiro ponto principalmente pela condição em que se encontra o rio (baixo volume de água), provocando aumento significativo dos valores dos parâmetros turbidez, sólidos totais e coliformes fecais, oriundos da criação extensiva de animais (bovinos). No segundo ponto, as águas do rio já receberam toda a carga de poluentes oriundos da área de drenagem da bacia.

No ponto PQ2123, a qualidade é melhor porque já recebeu as águas do rio Correntes, aumentando assim o volume de água e a diluição dos poluentes presentes. Nesses dois rios, o problema maior de poluição das águas é oriundo das fontes difusas, particularmente das atividades agropecuárias praticadas na Bacia e de fatores naturais como o carreamento de material em suspensão.

Na Figura 15 fica evidente a variabilidade da água ao longo dos anos, onde os menores valores da qualidade ocorrem em 1994 e uma tendência de piora a partir de 2000 até 2003, em todos os pontos de coleta. Verifica-se também a ausência de dados no ano de 1997 no ponto POQ2125.

A Figura 16 mostra a variação espacial longitudinal e temporal da qualidade da água no rio Piquiri durante o período monitorado. Na Figura 16 observa-se que a qualidade da água é bastante variável ao longo do período monitorado, com uma leve tendência para piora a partir do ano 2000 em diante.

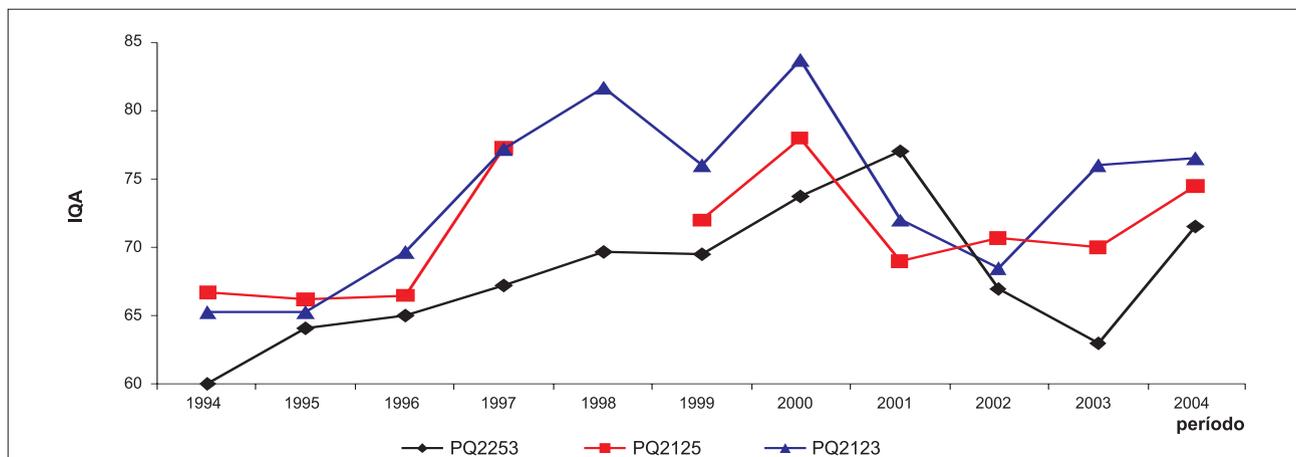


FIGURA 15 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Piquiri, baseada no IQA médio, 1994-2004.

Para o ponto PQ2000 (Figura 16), a tendência da qualidade baseou-se na concentração do OD, verificando-se que a piora da qualidade começa a ocorrer a partir do ano 2001, com as mínimas ocorrendo sempre nos meses de dezembro a maio, período em que a planície geralmente está inundada por causa das cheias cíclicas da BAP/MS.

Com relação ao córrego Cabeceira Alta, conforme a Figura 17, verifica-se que ocorre uma oscilação praticamente durante todos os meses do ano, com a mínima registrando-se em outubro para o ponto CA2008, o que apresenta os menores valores no período de maio a outubro, quando os cursos d'água estão com o nível mais baixo por causa da estiagem. Com o início do período chuvoso (outubro) e já com os rios com grande volume de água, em novembro já se observa uma recuperação sensível da qualidade.

O ponto CA2008 apresenta uma diferença maior (meses de maio a outubro) da qualidade da água em relação ao ponto CA2019, por causa da presença de uma fonte pontual de poluição (usina de açúcar e álcool). Dessa forma, a qualidade da água do ponto CA2008 oscila mais em função do uso da água do que da climatologia.

A Figura 18 mostra a tendência da qualidade da água no córrego Cabeceira Alta ao longo dos onze anos de monitoramento. É mais evidente a independência da qualidade da água em relação ao clima da bacia, principalmente no CA2008, pois ocorre variação da qualidade da água em praticamente todos os meses do ano (Figura 18).

Nesse córrego, mesmo com a aplicação da média móvel é difícil definir a tendência da qualidade da água, pois há variações aleatórias ao longo dos meses e ao longo dos anos, possivelmente ocasionadas pelo lançamento de efluentes industriais, portanto, uma fonte pontual de poluição.

Na Sub-Bacia do Rio Correntes é imprescindível a manutenção da operacionalização da Rede Básica de Monitoramento, principalmente no córrego Cabeceira Alta, inclusive com maior frequência, evitando as falhas de dados.

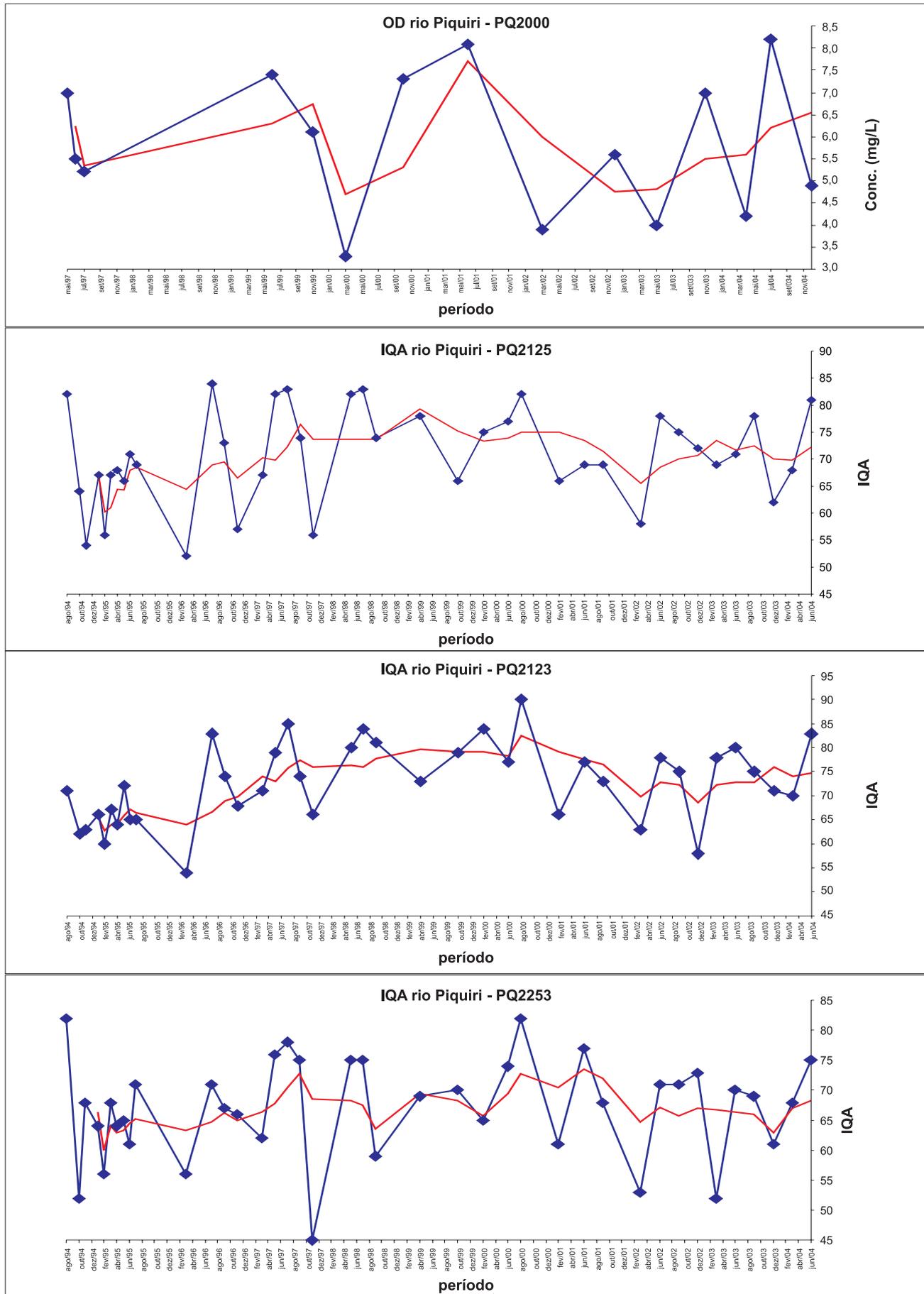


FIGURA 16 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Piquiri e o comportamento da média móvel.

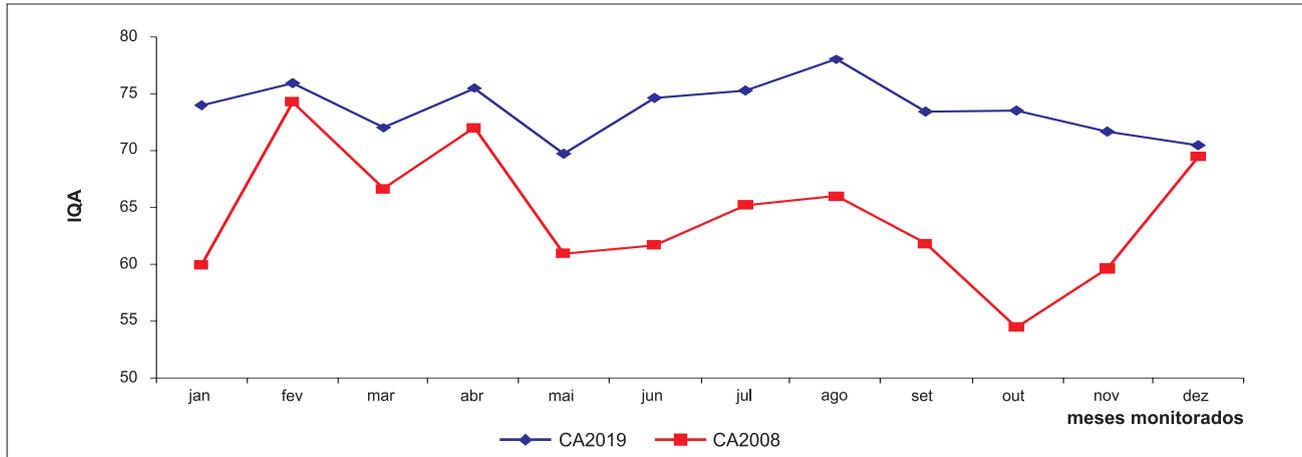


FIGURA 17 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do córrego Cabeceira Alta, baseada no IQA médio, 1994-2004.

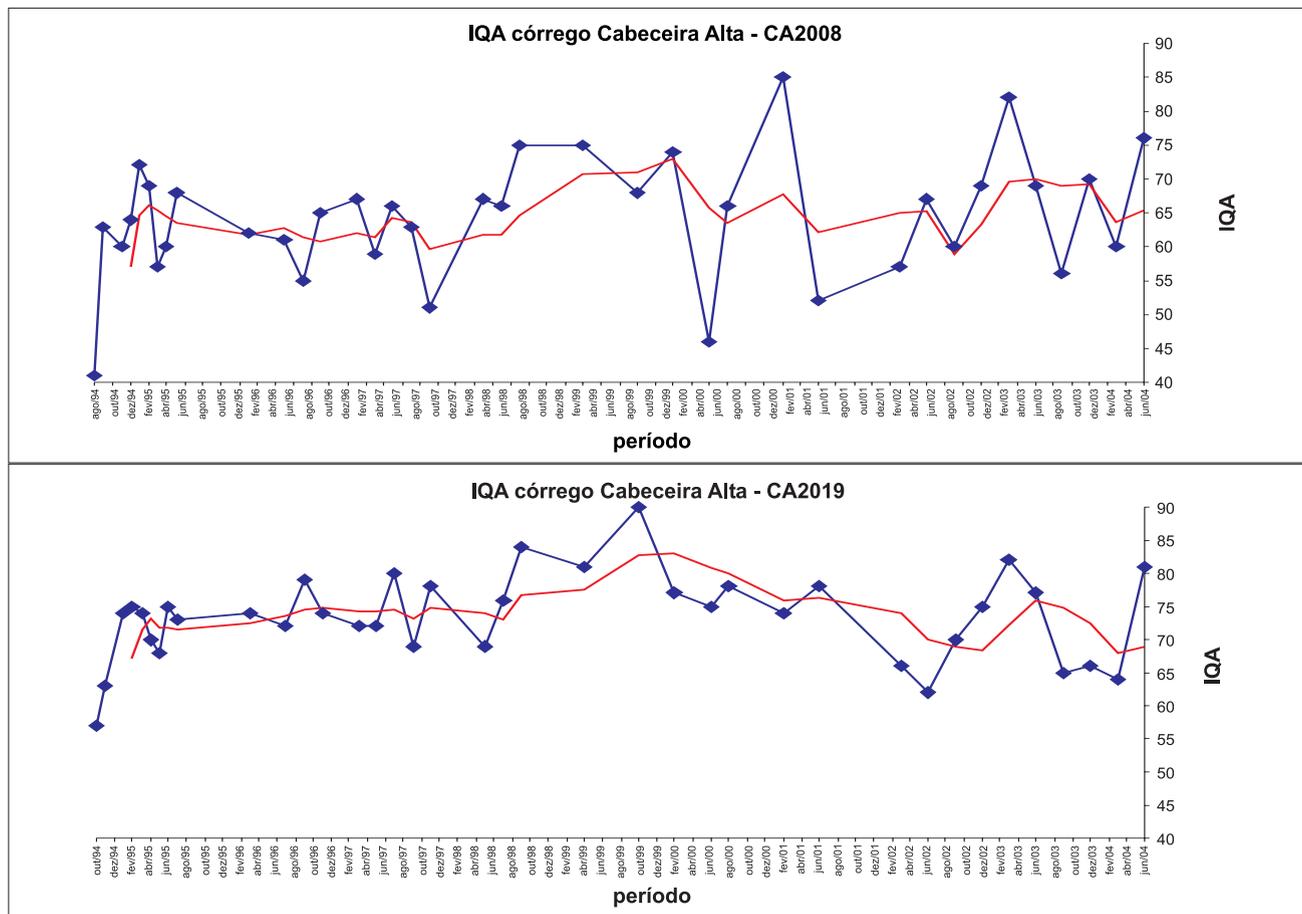


FIGURA 18 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do córrego Cabeceira Alta e o comportamento de sua média móvel.

## 1.5 SUB-BACIA DO RIO MIRANDA

A Rede Básica de Monitoramento da Sub-Bacia do Rio Miranda é composta de 28 pontos de coleta de amostras de água, distribuídos estrategicamente ao longo dos principais corpos d'água, sendo sete pontos no rio Miranda, um no rio Canastrão, um no rio Cachoeirão, dois no córrego Acogo, um no rio Salobra, seis no rio Aquidauana, quatro no rio Formoso, quatro no córrego Bonito, um no córrego Restinga e um no córrego Saladeiro. O Quadro 4 indica o código de cada ponto, sua localização e o ano de início do monitoramento.

**QUADRO 4 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Miranda**

Código	Descrição e localização	Ano de início
00MS23MI0602	Rio Miranda, a montante do perímetro urbano/periférico da cidade de Jardim	1995
00MS23MI2601	Rio Miranda, na ponte da rodovia BR-060	
00MS23MI2444	Rio Miranda - na ponte da localidade km 21	
00MS23MI2292	Rio Miranda, na ponte da rodovia MS-339 (Miranda-Bodoquena)	
00MS23MI2148	Rio Miranda, a montante da foz do rio Aquidauana	
00MS23MI2147	Rio Miranda, a jusante da foz do rio Aquidauana	
00MS23MI2000	Rio Miranda, na foz	
00MS23CN2002	Rio Canastrão, na ponte da rodovia MS-355 (Terenos-Dois Irmãos do Buriti)	
00MS23CH2018	Rio Cachoeirão, na ponte da rodovia BR-262 (Terenos-Anastácio)	
00MS23AC2006	Córrego Acogo, na ponte da rodovia BR-262	
00MS23AC2000	Córrego Acogo, na foz	
00MS23SA2001	Rio Salobra, a 1 km da foz (Hotel-Fazenda Salobra)	
00MS23AQ0575	Rio Aquidauana, a montante da ponte do córrego Água Limpa	
00MS23AQ2476	Rio Aquidauana, na ponte da rodovia MS-080 (Rochedo-Corguinho)	
00MS23AQ2424	Rio Aquidauana, na ponte da rodovia MS-352	
00MS23AQ2291	Rio Aquidauana, a montante da foz do córrego Taquarussu	
00MS23AQ2284	Rio Aquidauana, na ponte da RFFSA-NOB (Aquidauana-Miranda)	
00MS23AQ2000	Rio Aquidauana, na foz	
00MS23FO2073	Rio Formoso, a montante da foz do córrego Sucuri	
00MS23FO2065	Rio Formoso, no Balneário Municipal, a 65 km da foz	
00MS23FO2047	Rio Formoso, na Ilha do Padre	
00MS23FO2000	Rio Formoso, na foz	
00MS23BO2014	Córrego Bonito, na nascente	
00MS23BO2010	Córrego Bonito, a montante do córrego Restinga	
00MS23BO2008	Córrego Bonito, a montante do córrego Saladeiro	
00MS23BO2000	Córrego Bonito, na foz	
00MS23RE2000	Córrego Restinga, na foz	
00MS23SA2000	Córrego Saladeiro, na foz	

As Figuras 19 e 20 indicam, respectivamente, a variação espacial longitudinal e temporal mensal e a variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Miranda, com dados desde 1995 até 2004, totalizando dez anos de monitoramento.

Da análise da Figura 19 pode-se inferir que a qualidade da água do rio Miranda apresenta pouca variabilidade média ao longo dos meses do ano e entre os pontos de coleta. Os menores valores médios, observados em todos os pontos, ocorrem sempre nos meses de outubro e março.

Conforme mostra ainda a Figura 19, o monitoramento no rio Miranda, apesar de possuir uma série relativamente longa de dados, não apresenta nenhum dado para o mês de janeiro, e para o mês de dezembro só existe uma medição realizada em 1999, dando resultados totalmente atípicos para este mês, ou seja, muito altos ou muito baixos.

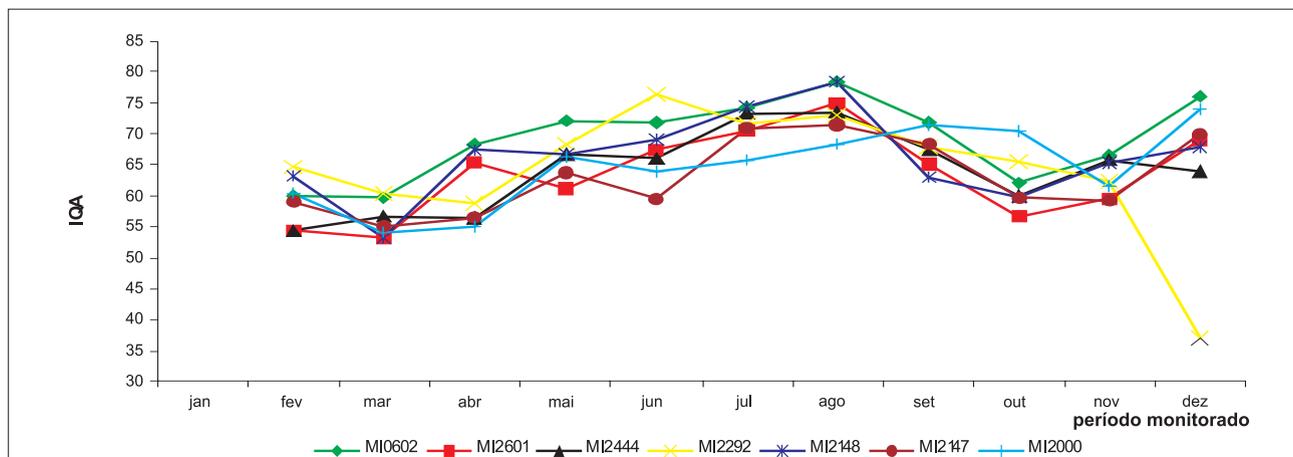


FIGURA 19 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Miranda, baseada no IQA médio, 1995-2004.

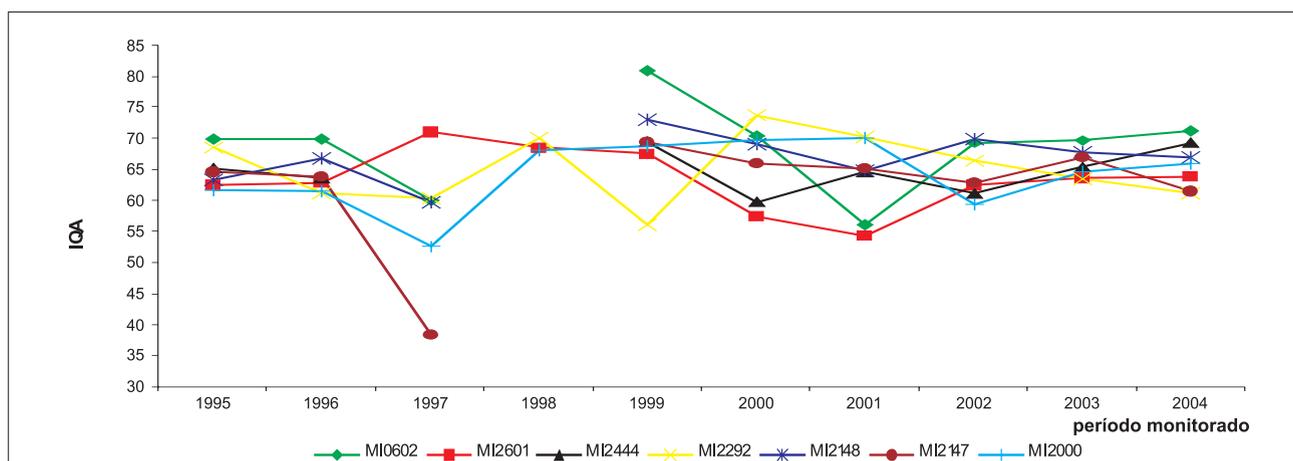


FIGURA 20 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Miranda, baseada no IQA médio, 1995-2004.

Pela variabilidade mostrada na Figura 19, pode-se inferir que as águas do rio Miranda estão associadas diretamente com a sazonalidade, ou seja, período chuvoso e período de estiagem. Como na Sub-Bacia do Rio Miranda, conforme Mato Grosso do Sul (1994 apud FERREIRA, 2000), o período chuvoso se estende de outubro a março, então os baixos valores da qualidade da água no mês de outubro coincidem com o início do período chuvoso, quando ocorre o transporte de todo o material poluidor depositado no solo.

Tanto na área urbana (pontos MI0602, MI2601 e MI2292) como na área rural, é evidente a perda da qualidade no mês de outubro. Ferreira (2000) constatou a mesma variação da qualidade da água do rio Miranda e a drástica perda da qualidade nesse mês e, além disso, que os parâmetros que mais contribuem para a perda da qualidade das águas nesse rio são os coliformes fecais, resíduo total e turbidez, todos associados com o período chuvoso. Isto é confirmado neste estudo, pois mesmo com uma série mais longa de dados, é evidente a influência desses três parâmetros no valor do IQA.

Como a qualidade da água do rio Miranda está associada diretamente com a sazonalidade climática da Sub-Bacia, é fundamental a adequação da frequência de monitoramento e a permanência da operacionalização da Rede Básica de Monitoramento do Rio Miranda em todos os sete pontos. Ferreira (2000) afirma que essa falta de dados, por ele também constatada, prejudica uma análise clara da tendência da qualidade da água, tanto espacial quanto temporal.

Na Figura 20 observa-se que os pontos MI2000 e MI2147 são os que apresentam a menor qualidade de água em 1997, ano em que todos os pontos de monitoramento localizados na planície apresentaram baixa qualidade, por causa da permanência da cheia por um período maior que o usual (três meses). Apesar de ser um período de cheia atípica, foi o ano em que houve um maior número de falhas de dados ao longo dos meses e até mesmo sua ausência em um ponto (MI2444).

Ainda na Figura 20, observa-se uma sensível tendência de melhora da qualidade da água ao longo dos anos.

No entanto, quando se aplica a distribuição temporal da qualidade da água aos dados individuais, a tendência da qualidade estimada pela média móvel é declinante em alguns pontos, conforme mostra a Figura 21.

Outro fator observado na Figura 21 é que, assim como a média, os menores valores individuais também ocorrem em todos os pontos, tanto no planalto como na planície, nos meses de outubro a março nos dez anos de dados. A dificuldade de utilizar dados individuais, ao invés da média, é a grande variabilidade, conforme mostra a Figura 21. O uso da média móvel para estimar a tendência da qualidade amortiza as oscilações, permitindo uma análise mais clara da evolução da qualidade da água.

Ainda conforme a Figura 21, os três pontos localizados na planície (MI2148, MI2147 e MI2000) apresentam praticamente a mesma oscilação em sua qualidade, fato que se repete na avaliação da tendência, estimada pela média móvel.

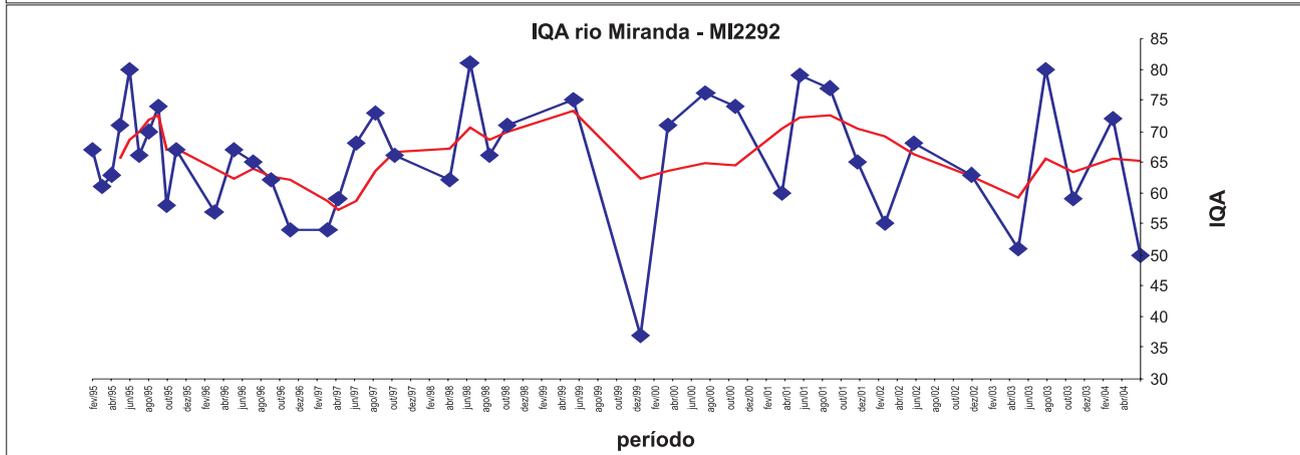
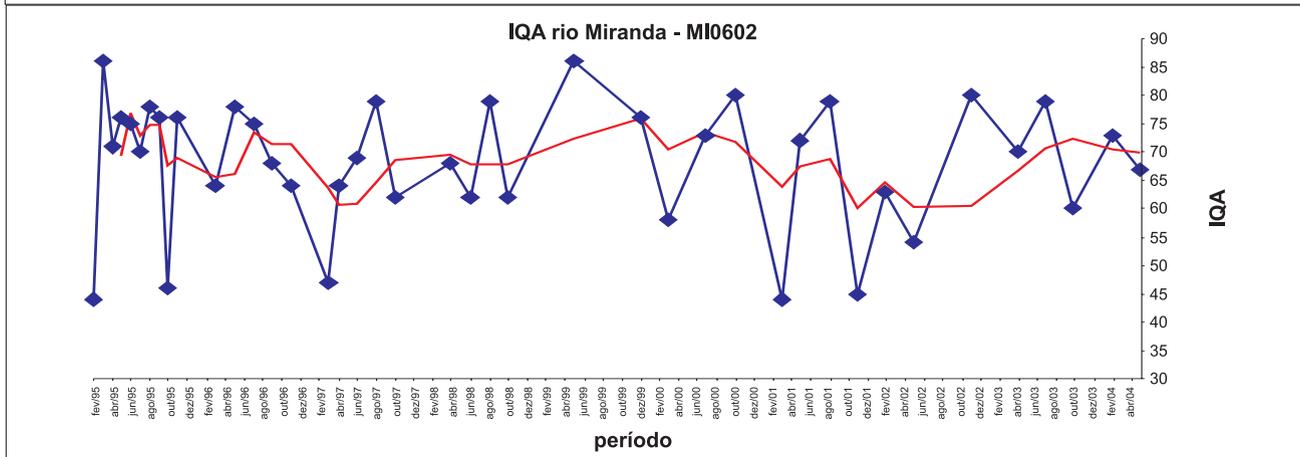
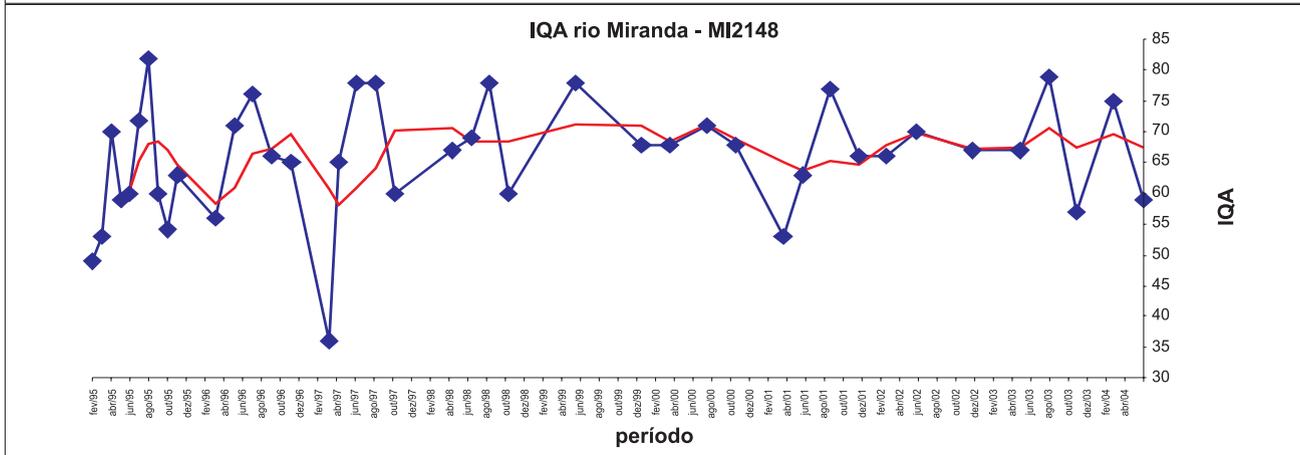
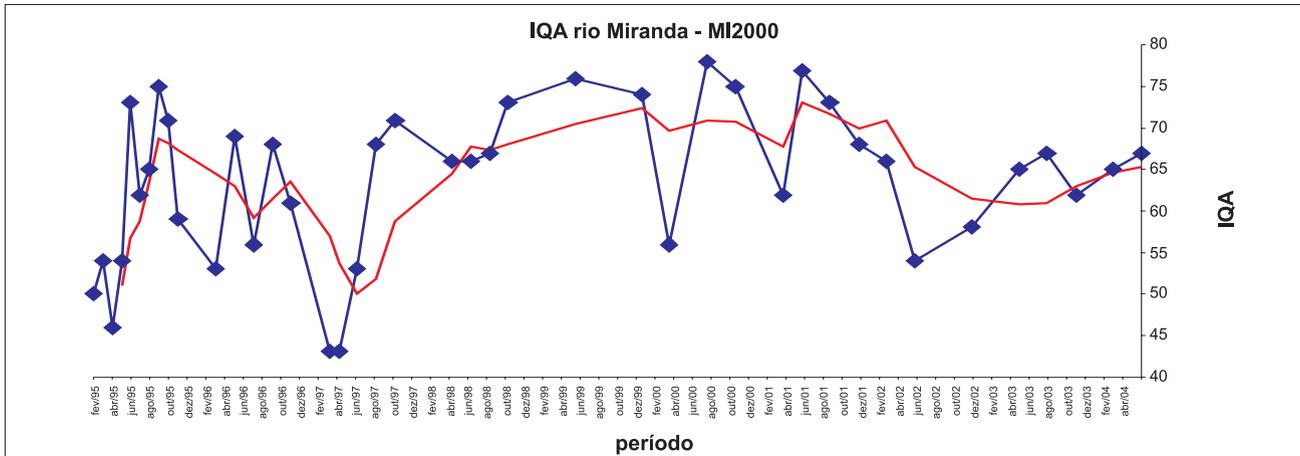
O rio Miranda, ao longo do seu percurso, apresenta qualidade média sempre declinante, conforme a variação espacial longitudinal mostrada na Figura 22. Em função da constatação de que a qualidade da água do rio Miranda é declinante ao longo do seu percurso, é necessário aumentar a frequência de coleta de amostras, principalmente dos pontos que apresentam os menores valores de IQA (MI2601 e MI2147) para permitir uma melhor análise da tendência e subsidiar a tomada de decisão no controle da poluição.

Com relação ao rio Aquidauana, a Figura 23 mostra a variação temporal mensal da qualidade da água baseada no IQA médio do período 1995 a 2004. Nesse rio também é evidente a falta de dados de qualidade de água no mês de janeiro e dezembro, durante o período monitorado. No entanto, pode-se constatar que os menores valores de IQA também ocorrem nos meses de outubro e novembro, evidenciando que a sazonalidade climática influencia a qualidade da água em praticamente todos os pontos de monitoramento da Sub-Bacia do Rio Miranda.

Na variação sazonal mensal mostrada na Figura 23, o ponto de monitoramento que apresenta a menor qualidade é o AQ2291, tanto no mês de outubro como no mês de abril. A baixa qualidade da água no mês de outubro está associada ao início do período chuvoso, onde tanto o deflúvio superficial urbano quanto o rural carregam poluentes para o leito do rio, já que esse ponto se situa imediatamente a jusante da cidade de Aquidauana e da foz do córrego Acogo, receptor de efluentes industriais.

Ainda com relação ao rio Aquidauana, a Figura 24 mostra a variação temporal anual para cada ponto de monitoramento. Na Figura 24 é também evidente a menor qualidade da água no ponto AQ2291 desde o ano 1998 até 2004.

Como nesse ponto o rio Aquidauana já recebeu parte do esgoto doméstico da cidade de Aquidauana e grande parte dos efluentes industriais, fundamentalmente de agroindústrias, pode-se inferir que a qualidade da água nesse ponto esteja associada diretamente ao uso dela, ou seja, recepção de águas residuárias. Dessa forma, é urgente a intensificação da frequência de amostragem nesse ponto, de preferência abrangendo todos os meses do ano, para uma melhor avaliação dos fatores que influenciam a qualidade da água.



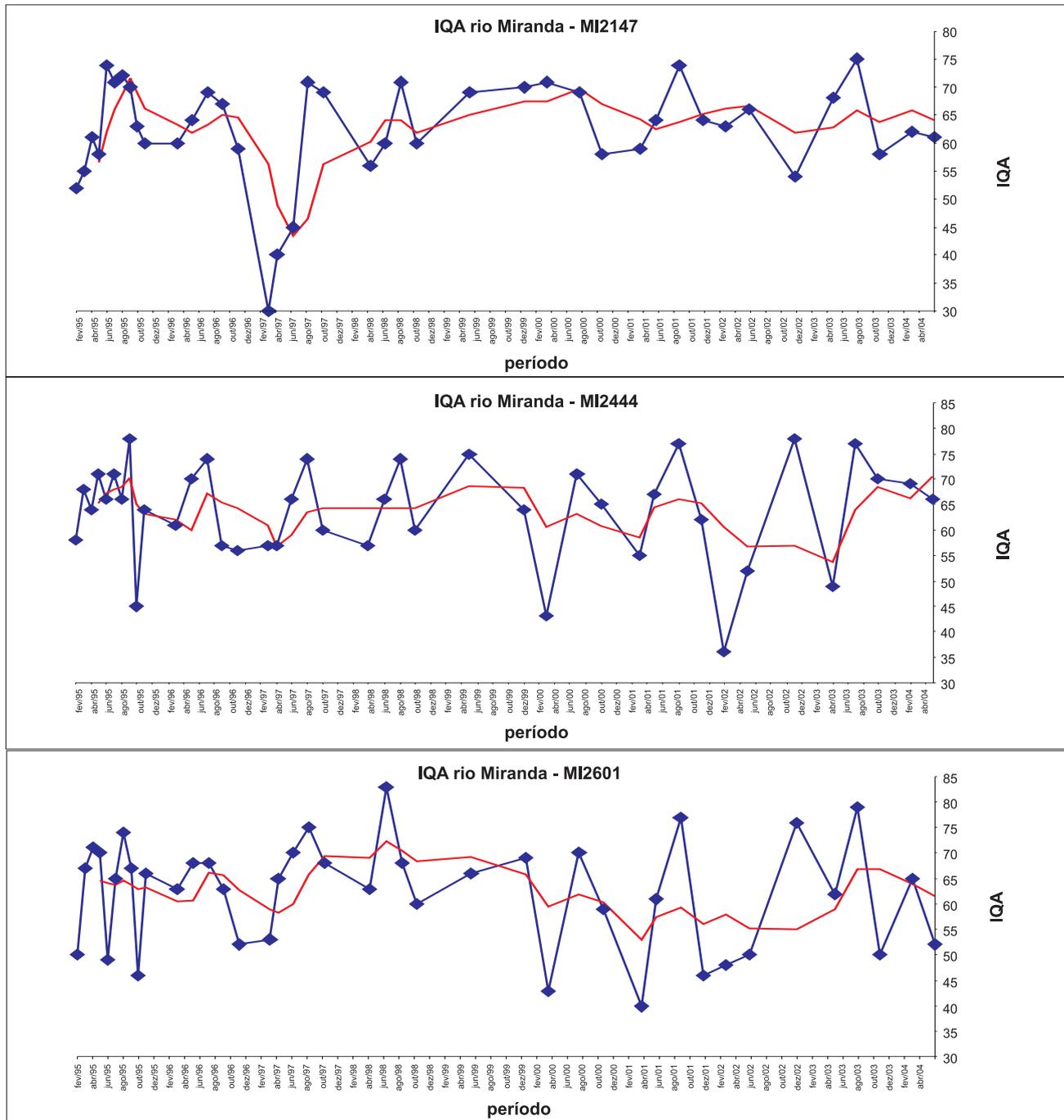


FIGURA 21 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Miranda e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

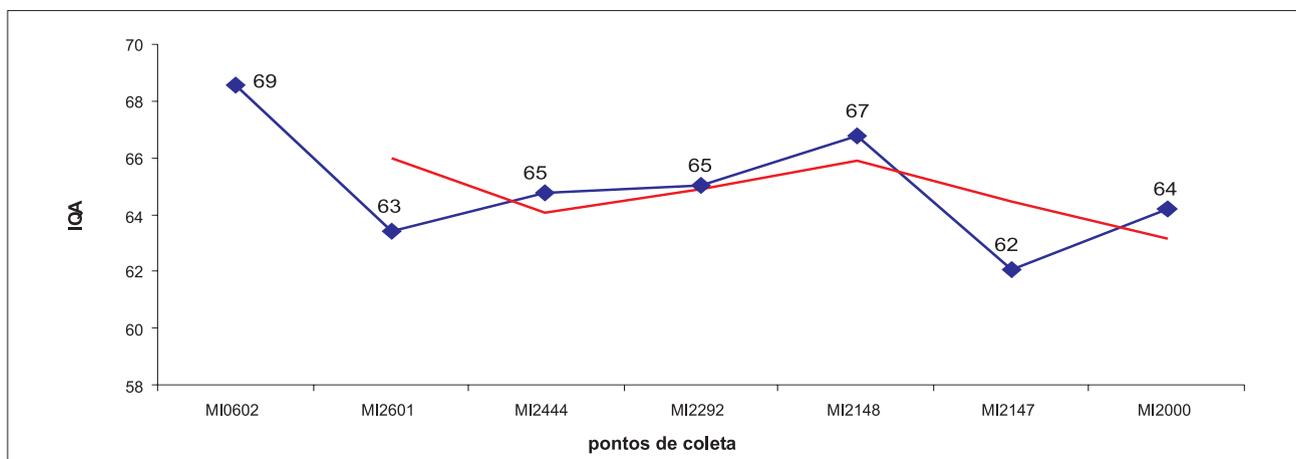


FIGURA 22 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Miranda, baseada no IQA médio, 1995-2004.

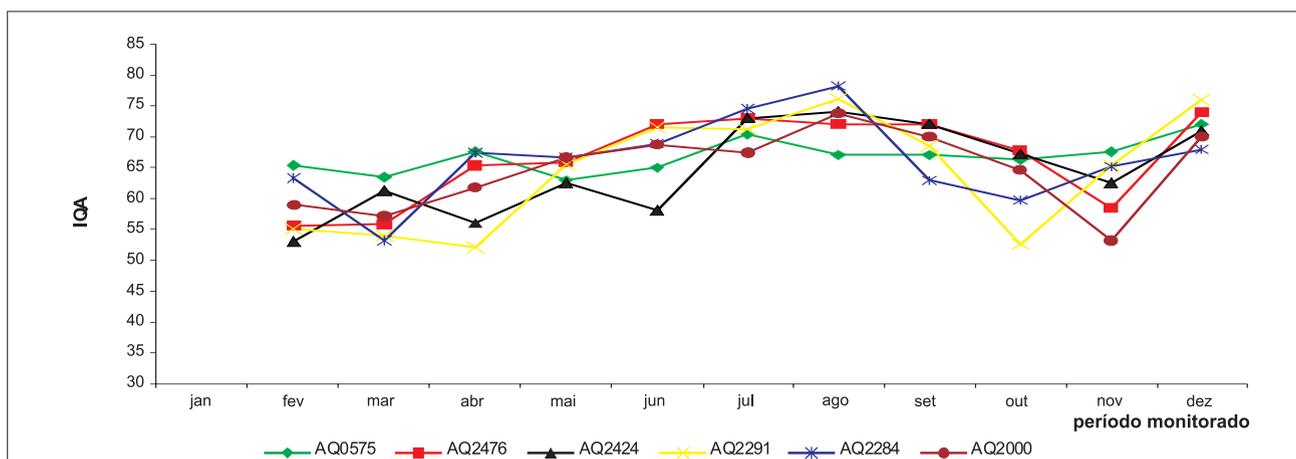


FIGURA 23 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Aquidauana, baseada no IQA médio, 1995-2004.

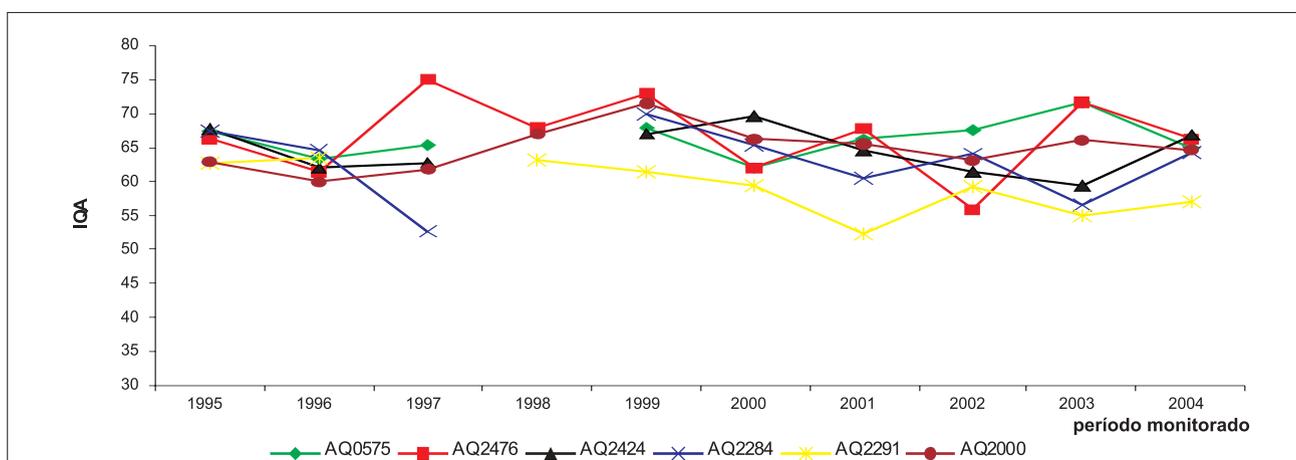
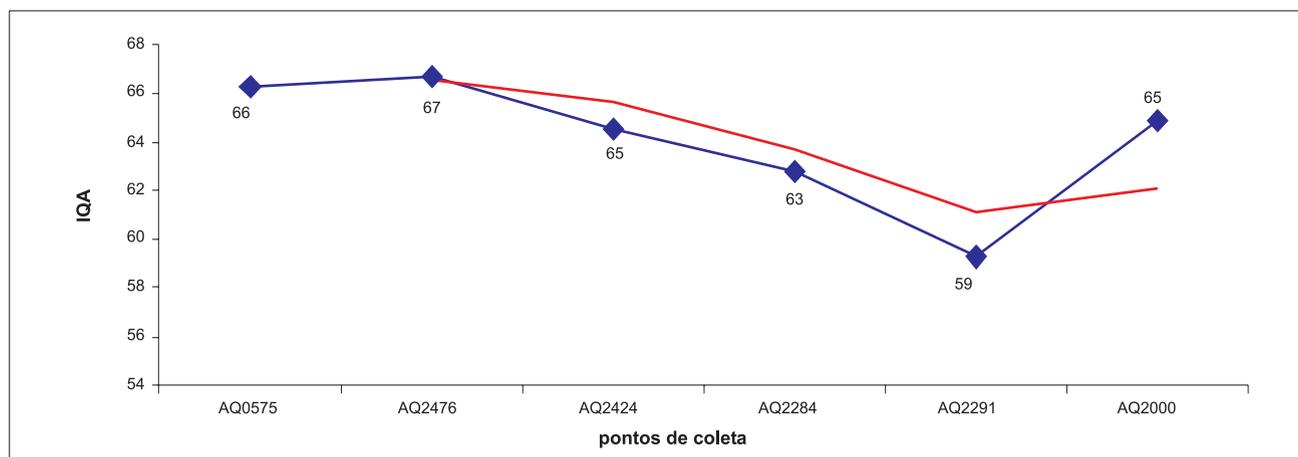


FIGURA 24 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Aquidauana, baseada no IQA médio, 1995-2004.

A variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Aquidauana, calculada pela média anual com a série de dez anos de dados, é sempre declinante a partir do ponto AQ2476 até o ponto AQ2291, onde ocorre o menor valor da qualidade da água, conforme mostra a Figura 25. A partir desse ponto, o rio apresenta uma recuperação da qualidade de suas águas. A tendência da qualidade da água é declinante ao longo do curso

d'água até ao ponto AQ2291, quando então apresenta uma sensível recuperação da qualidade no ponto AQ2000.



**FIGURA 25 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Aquidauana, baseada no IQA médio, 1995-2004.**

Essa observação, tanto da distribuição espacial longitudinal da qualidade como da tendência, reforça a necessidade de manutenção da operacionalização da rede de monitoramento e o aumento da frequência de amostragem em cada ponto, principalmente aqueles situados na área de planalto onde o uso do solo e das águas é mais intenso, refletindo em uma qualidade menor da água.

A Figura 26 confirma a tendência da qualidade da água em todos os seis pontos de coleta no rio Aquidauana, com dados mensais de coleta e a aplicação do cálculo da média móvel. Na Figura 26 é possível observar que o ponto de amostragem AQ0575 ficou sem monitoramento desde junho de 1997 até maio de 1999 (praticamente dois anos sem dados), o que prejudicou seriamente a avaliação da tendência, como pode ser observado na distorção apresentada na Figura 26. A falta de dados também ocorre em todos os outros pontos de coleta no rio Aquidauana, com maior comprometimento da avaliação de tendência nos pontos AQ2424 e AQ2291.

Na Sub-Bacia do Miranda também são monitorados outros corpos d'água que são receptores de efluentes industriais, como o córrego Acogo, mostrado na Figura 27. Neste, a qualidade da água no ponto AC2000 é sempre menor do que no ponto AC2006, com exceção do mês de dezembro. Observa-se que a qualidade da água do ponto AC2000 começa a melhorar a partir de novembro, quando o período chuvoso está se intensificando na Sub-Bacia; essa melhora ocorre certamente pelo aumento de volume de água do córrego, que ocasiona a diluição dos poluentes, geralmente matéria orgânica e nutrientes, presentes na água.

A Figura 28 mostra a variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do córrego Acogo. Nesta variação anual também fica evidente a menor qualidade da água no ponto AC2000, com exceção do ano 1999, quando apresenta melhor qualidade em relação ao ponto AC2006. A qualidade de água nesse córrego registra variação sempre declinante até 1997, mostrando uma sensível recuperação nos anos 1998 e 1999, voltando a perder qualidade nos anos seguintes até 2003 e fechando a série com uma inclinação da curva para cima, indicando novamente a recuperação da qualidade da água.

Na Figura 29 pode-se observar que o ponto AC2000 apresenta a maior oscilação e a menor qualidade da água, com uma tendência de decréscimo da qualidade desde outubro de 1998. A tendência da qualidade da água do ponto AC2006 é mais preocupante, pois já está chegando à qualidade aceitável, e em alguns meses a água é qualificada como de qualidade ruim (outubro/1997, outubro/2000, agosto/2002 e abril/2003).



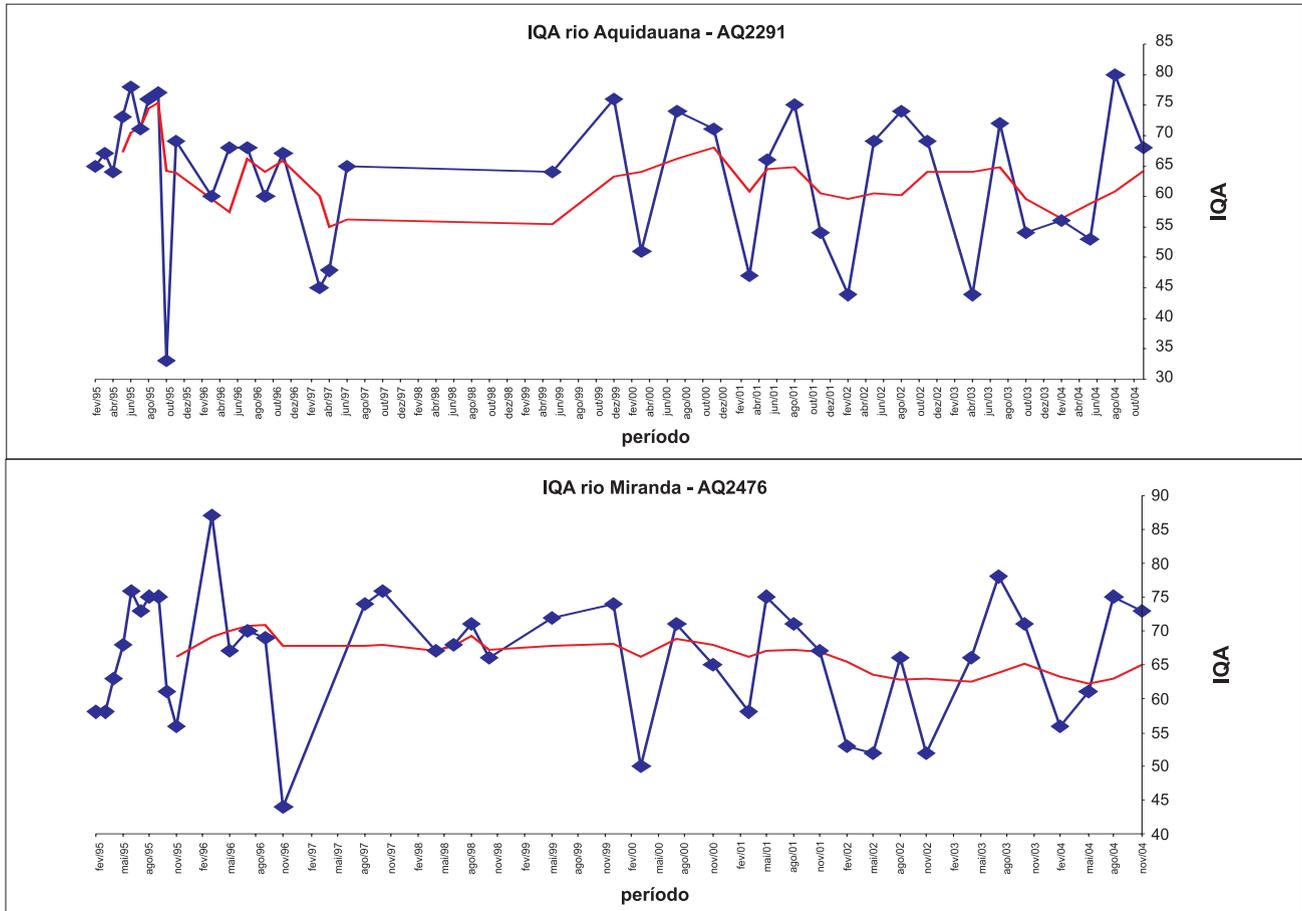


FIGURA 26 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Aquidauana (dados mensais) e o comportamento da média.

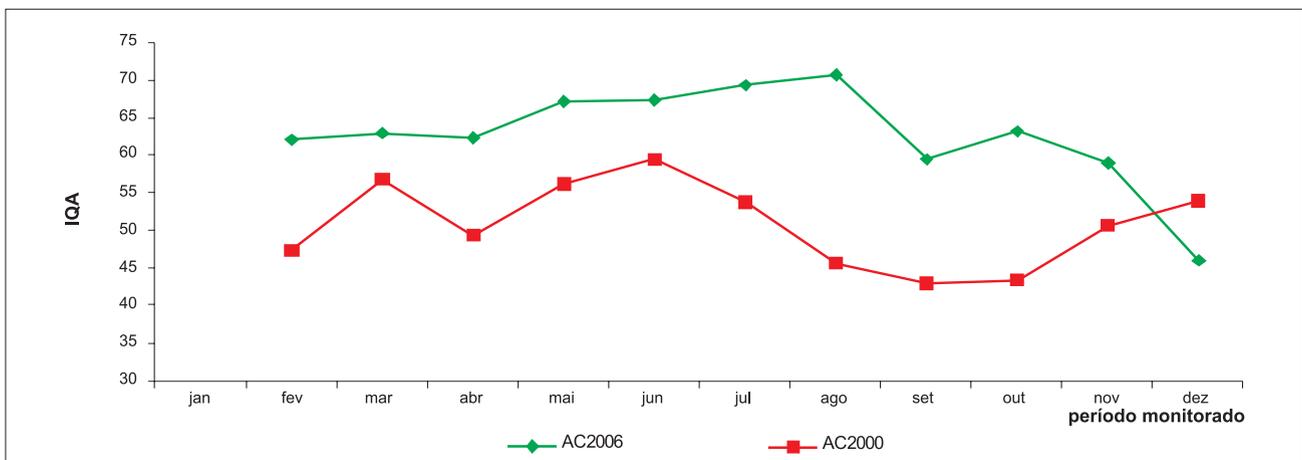


FIGURA 27 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do córrego Acogo, baseada no IQA médio, 1995-2004.

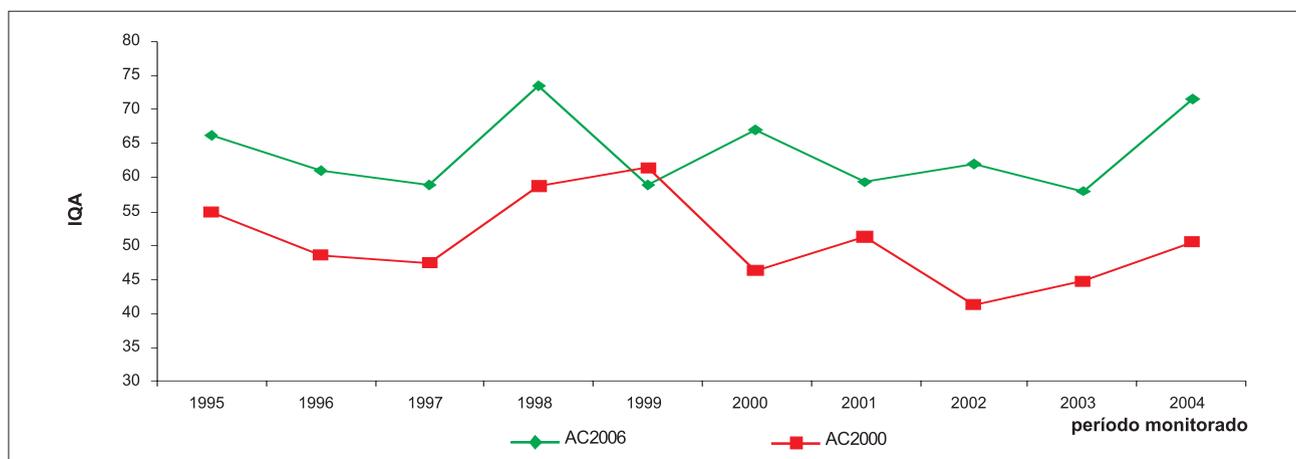


FIGURA 28 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do córrego Acogo, baseada no IQA médio, 1995-2004.

A Figura 29 mostra com mais clareza a variabilidade da qualidade da água do córrego Acogo, durante os dez anos de monitoramento, com dados mensais. A tendência foi calculada pela média móvel.

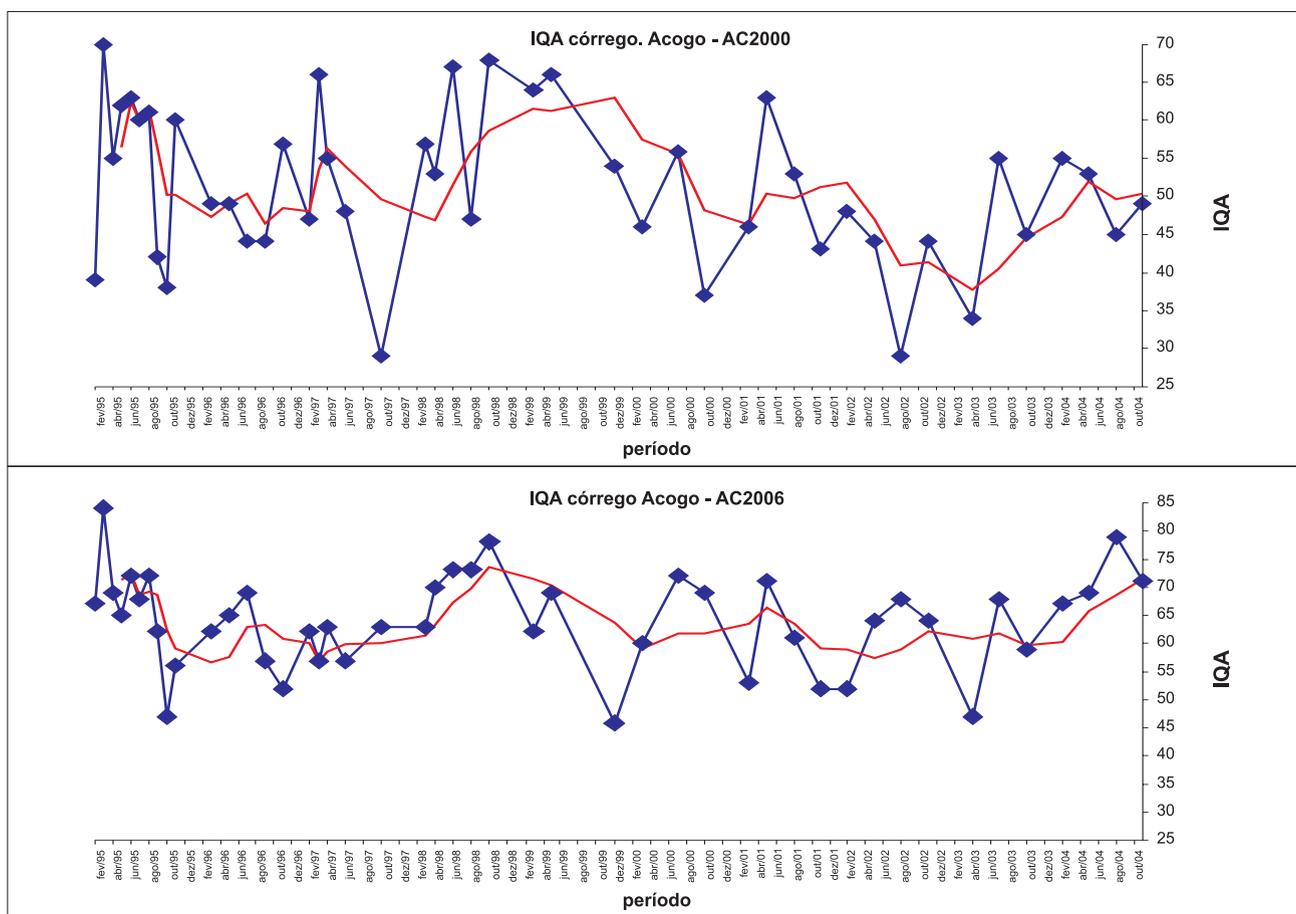
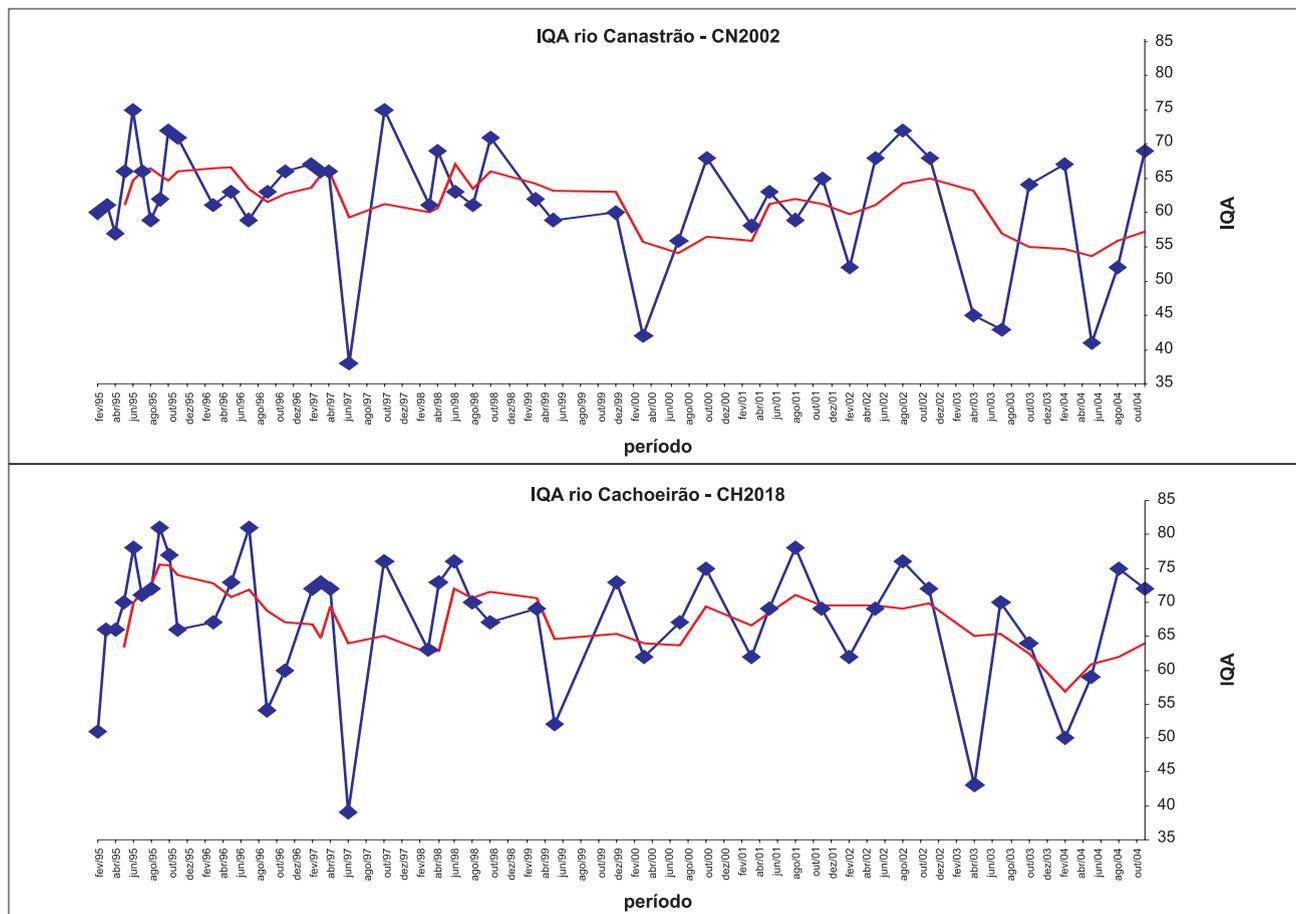


FIGURA 29 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do córrego Acogo e a tendência da qualidade medida pela média móvel.

O monitoramento nesses dois pontos precisa ser otimizado, com o aumento da frequência, redução da periodicidade e a introdução de outros indicadores específicos de poluição industrial, visando à obtenção de maiores informações para subsidiar a análise de tendência e a tomada de decisão no controle da poluição ambiental.

A Figura 30 mostra o comportamento da qualidade da água dos rios Canastrão e Cachoeirão ao longo dos dez anos de monitoramento. Os dois rios apresentam a mesma variabilidade, pois o rio Canastrão, que recebe os efluentes líquidos de uma usina de açúcar e álcool, é afluente direto do rio Cachoeirão; assim, todo impacto do efluente provocado no Canastrão, que está a 2 km da foz, é refletido diretamente no Cachoeirão.

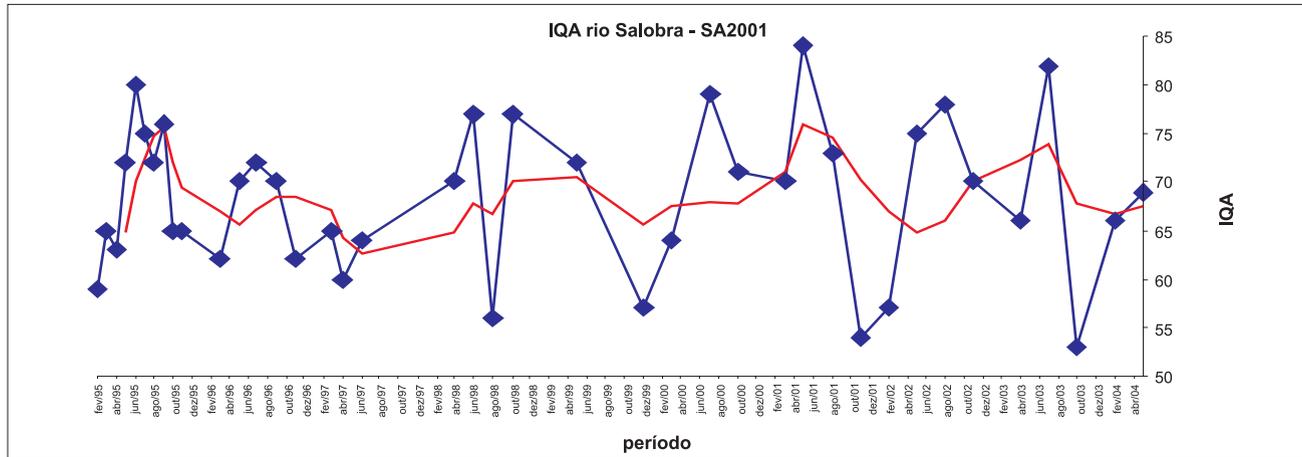


**FIGURA 30 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água dos rios Canastrão e Cachoeirão e a tendência da qualidade medida pela média móvel.**

Constata-se ainda que as oscilações da qualidade nesses dois rios estão mais associadas ao aporte do efluente industrial do que à climatologia da Bacia. A tendência da qualidade da água nos dois rios apresenta um leve declínio, indicando a necessidade de melhorar o monitoramento desses dois pontos, pois, conforme a Figura 30, embora existam dados em todos os anos monitorados, verifica-se a ausência de uma frequência mais homogênea ao longo do ano, englobando pelo menos uma amostragem por mês em cada ponto.

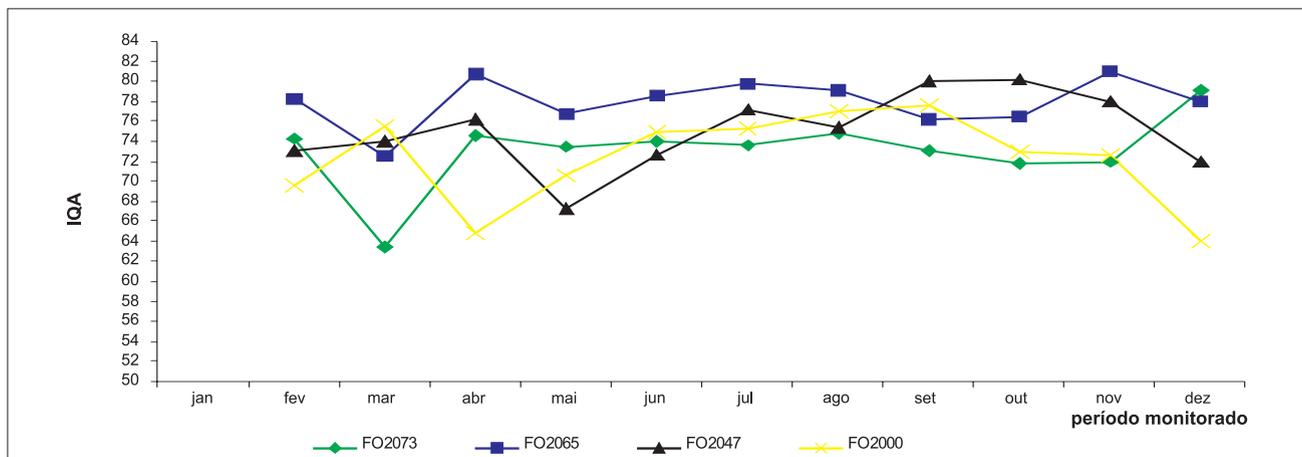
O rio Salobra, outro afluente do rio Miranda, apresenta qualidade de água muito variada ao longo desses dez anos de monitoramento, com os menores valores de qualidade ocorrendo nos meses de agosto, outubro, novembro e dezembro, conforme a Figura 31. Como a qualidade da água desse rio oscila muito durante o período monitorado, a avaliação da tendência de qualidade da água não fica bem definida. Na checagem dos dados observa-se que, embora não tenha havido interrupção do monitoramento em nenhum ano, a frequência da amostragem foi muito variável, o que prejudicou também a definição da tendência.

O rio Salobra, por ser um rio de águas cristalinas, é muito utilizado para a atividade de turismo contemplativo e fotográfico; assim, é urgente a necessidade de otimizar o monitoramento desse rio, com uma frequência mensal e periodicidade anual, para obter informações durante todo o ano hidrológico e assim averiguar o motivo da grande oscilação da qualidade da água.



**FIGURA 31 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Salobra e a tendência da qualidade medida pela média móvel.**

Na Sub-Bacia do Rio Miranda, o rio Formoso é mundialmente conhecido pela transparência das suas águas e pela exuberância da fauna e flora aquáticas, indicativas da boa qualidade de suas águas. Nesse rio, o monitoramento das águas teve início no ano 1996, havendo uma interrupção no ano 1998, em todos os pontos. A variação temporal mensal média ao longo desses oito anos de dados sempre oscila na qualificação boa a ótima, conforme mostra a Figura 32.

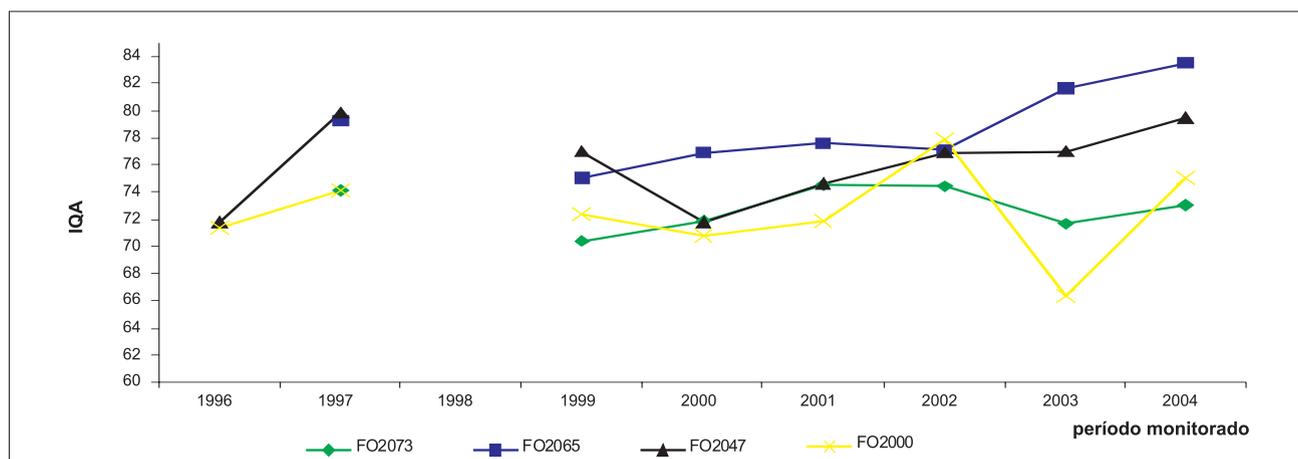


**FIGURA 32 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Formoso, baseada no IQA médio, 1996-2004.**

A menor qualidade da água, observada em praticamente todos os pontos de coleta, ocorre entre os meses de dezembro e maio. Esse fato é indicativo de que a qualidade da água do rio Formoso tem uma relação direta com o período chuvoso, que provoca o carreamento de sedimento para o leito do rio, interferindo diretamente na penetração da luz, diminuindo assim a produção fotossintética de OD. Os sólidos carreados para o curso d'água também provocam o aumento de sólidos em suspensão e, conseqüentemente, o aumento da turbidez das águas. Outro fator que altera a qualidade da água do rio Formoso, segundo Ferreira (2005), é o uso da água, bem como o uso e a ocupação do solo na área de drenagem da Bacia.

A Figura 33 mostra a variabilidade anual da qualidade da água no rio Formoso, indicando a interrupção que houve no monitoramento deste rio em 1998. A menor qualidade é observada no ponto FO2000 em praticamente todos os anos, inclusive com uma oscilação muito grande. Como esse ponto está localizado na

foz do rio, no trecho a montante já houve o aporte de águas de menor qualidade de outros afluentes, principalmente com alta carga de sedimento e alta turbidez. Os demais pontos apresentam um comportamento mais suave ao longo dos anos.



**FIGURA 33 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Formoso, baseada no IQA médio, 1996-2004.**

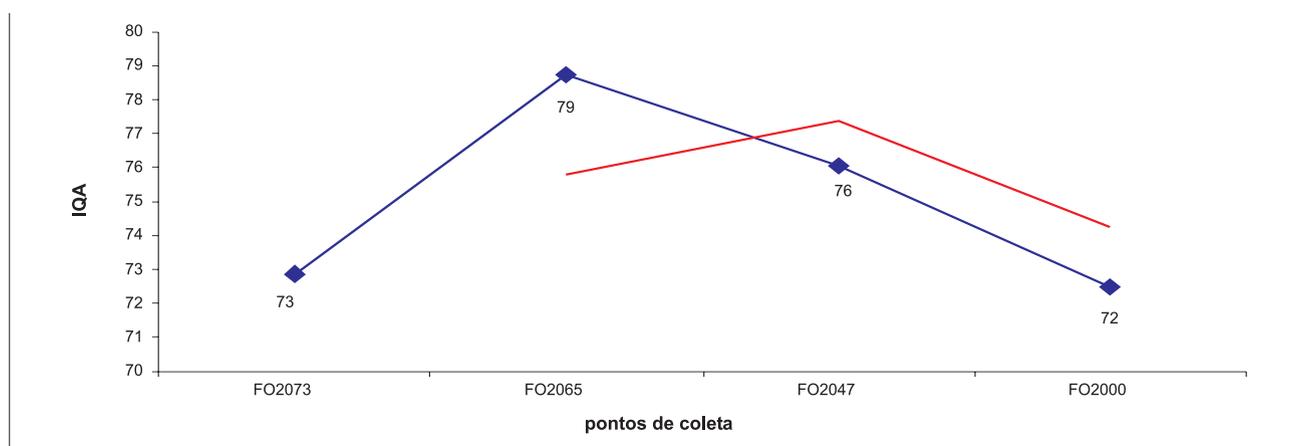
A ausência de dados anuais e mensais prejudica a avaliação do comportamento real da qualidade em todos os pontos. Ferreira (2005) já havia detectado a ausência de dados para o ano de 1996, inviabilizando qualquer avaliação da variabilidade da água envolvendo as quatro estações do ano. No entanto, Ferreira (2005), avaliando os dados de 1997 e 1999, detectou variabilidade na temperatura da água de até 15°C, evidenciando-se, também, a dependência da qualidade em relação à climatologia da Bacia (inverno/verão, chuva/estiagem).

Outro fator importante que pode estar reduzindo a qualidade da água no ponto FO2000 é o coliforme fecal. Ferreira (2005) afirma que a variabilidade dos níveis de coliformes fecais no ponto FO2000 está associada com o início do período chuvoso, pois os maiores valores são observados em outubro, novembro e março. Já nos pontos FO2065 e FO2047, os níveis de coliformes estão associados com o período de alta temporada do turismo em Bonito, bem como com o período de carnaval na cidade. No ponto FO2073, a variabilidade dos coliformes fecais está associada com a poluição pontual advinda da criação de suínos e bovinos de forma confinada e, também, da poluição difusa ocasionada pelo deflúvio superficial rural.

A Figura 34 mostra a variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Formoso ao longo dos oito anos de monitoramento. A Figura 34 mostra claramente que a melhor qualidade da água do rio Formoso é no ponto FO2065. Esse fato já havia sido detectado pelos estudos de Ferreira (2005), que afirma que essa melhor qualidade está associada a um sistema de filtros naturais constituídos por gramíneas endêmicas da região a montante do ponto FO2065. Inclusive, o mesmo autor constatou que também em períodos muito chuvosos não se observa aumento da turbidez ou alteração de qualquer outro parâmetro indicador da qualidade da água.

A Figura 35 mostra as oscilações ocorridas na qualidade da água do rio Formoso ao longo dos meses monitorados entre 1996 e 2004.

Embora todos os pontos tenham apresentado qualidade entre boa e ótima, verifica-se que em alguns meses a qualidade é aceitável; isto é preocupante, pois as águas deste rio são utilizadas para fins mais nobres, como balneabilidade e mergulhos. Constata-se também que as maiores oscilações da qualidade da água ocorrem nos pontos FO2000 e FO2047, localizados mais a jusante, recebendo com isso todo o aporte do deflúvio superficial urbano e rural da área de drenagem.



**FIGURA 34 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Formoso, baseada no IQA médio, 1996-2004.**

A Figura 35 mostra ainda que em todos os quatro pontos monitorados, de maneira geral, não houve uma clara variação nem para melhora e tampouco para piora da qualidade; no entanto, há evidências de tendência de piora em todos os pontos nos anos 2000 e 2003 para o ponto FO2000. Ressalta-se mais uma vez a necessidade da manutenção de uma frequência mais detalhada na bacia do rio Formoso, em virtude do uso intenso da água para fins mais nobres.

O córrego Bonito drena a área urbana da cidade de Bonito e deságua no rio Formoso a montante do ponto FO2047. A qualidade da água desse córrego sofre alterações significativas em sua qualidade, ocasionadas pelo aporte de esgoto doméstico e águas residuárias de empreendimentos econômicos situados em sua área de drenagem.

A Figura 36 mostra a variabilidade da qualidade das águas do córrego Bonito ao longo do seu percurso. Na Figura 36 é evidente a drástica perda de qualidade no ponto BO2010, situado na área urbana da cidade de Bonito.

O ponto BO2014, na média desses oito anos de monitoramento, é qualificado como águas com qualidade boa, assim como o ponto BO20000. No ponto BO2010, as águas são qualificadas como ruim e, no ponto BO2008, as águas estão na qualidade aceitável.

A Figura 37 mostra a variação espacial longitudinal e temporal média do córrego Bonito e a tendência de sua qualidade baseada na média móvel. Conforme a Figura 37 é evidente a alta variabilidade da qualidade da água, tanto ao longo do período como espacialmente. Esse comportamento da qualidade da água do córrego está associado diretamente às ações antropogênicas que ocorrem na área de drenagem dele e ao uso direto da água como receptor de esgoto.

A tendência da qualidade da água do córrego Bonito, conforme a Figura 37, é de piora em todos os pontos. Assim, é necessária a manutenção do monitoramento da qualidade da água com uma frequência mais detalhada, com no mínimo 12 amostragens ao longo de cada ano, para subsidiar a tomada de decisão no controle da poluição e evitar que o rio Formoso seja poluído e inviabilizado para o uso mais nobre de suas águas.

Os córregos Restinga e Saladeiro, situados na área urbana de Bonito, foram monitorados durante o mesmo período de oito anos. Pode-se constatar pela Figura 38 que a qualidade de suas águas também apresentou comportamento semelhante ao do córrego Bonito, ou seja, com alta variabilidade ao longo do período monitorado e apresentando em alguns meses valores muito baixos de qualidade, principalmente o Restinga,

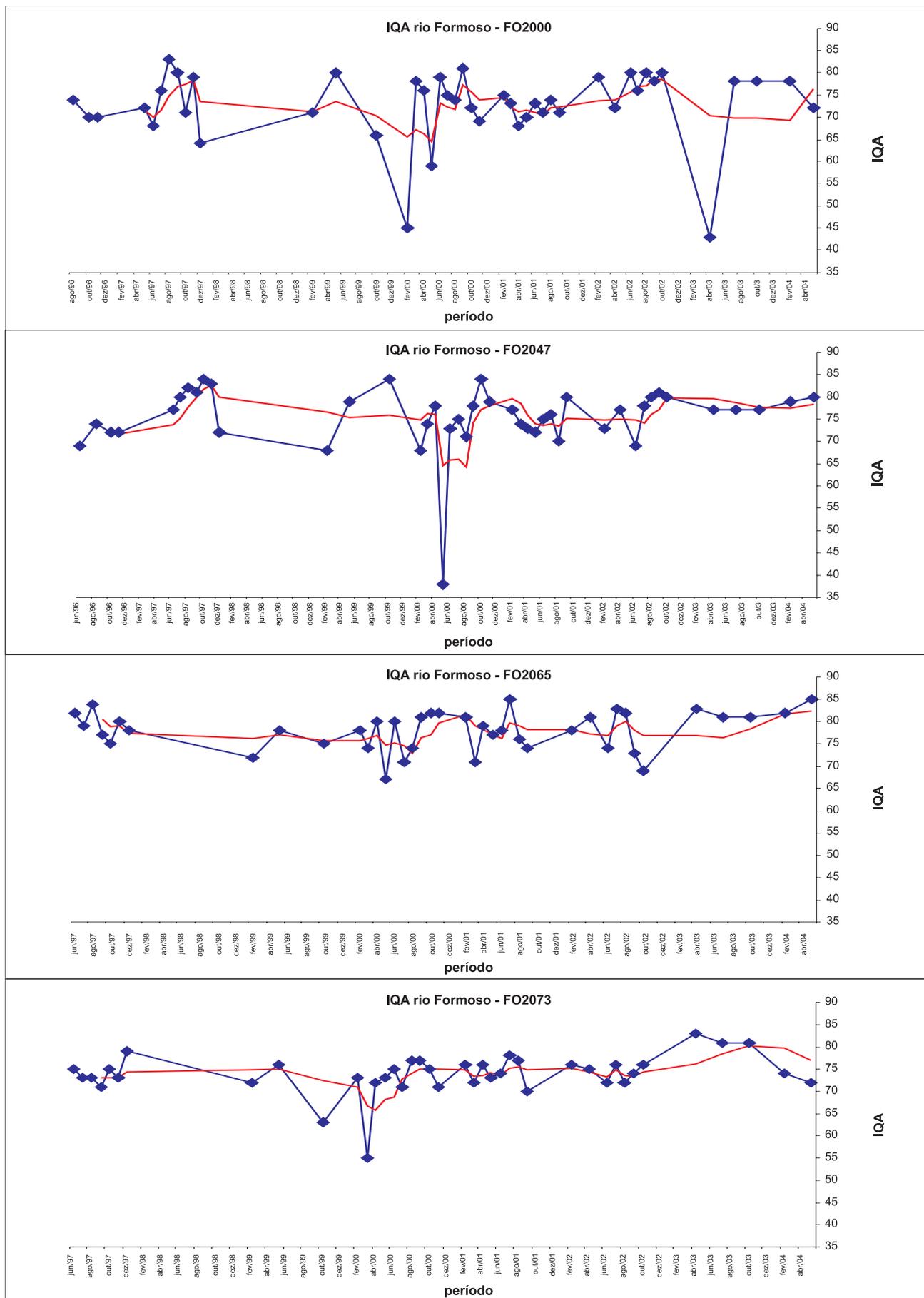
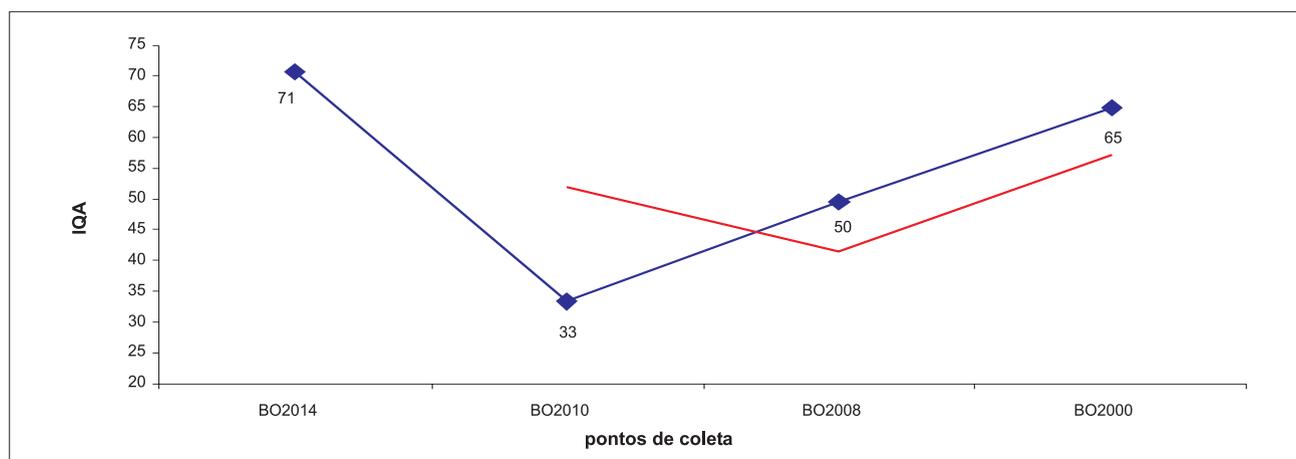


FIGURA 35 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Formoso e a tendência da qualidade medida pela média móvel.



**FIGURA 36 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do córrego Bonito, baseada no IQA médio, 1996-2004.**

que recebe clandestinamente o aporte de águas residuárias da área urbana de Bonito. No entanto, esse mesmo córrego, a partir do ano 2001, vem apresentando uma significativa tendência de melhora da qualidade.

Já o córrego Saladeiro, que sempre apresentou a melhor qualidade, vem mostrando uma tendência de piora de sua qualidade desde o final do ano 2001.

Como esses córregos estão situados na área urbana de Bonito e são afluentes do córrego Bonito, que por sua vez deságua no rio Formoso, é de suma importância o monitoramento da qualidade da água com uma frequência mais detalhada, para detectar as fontes de poluição que estão degradando a qualidade da água desses córregos e com isso evitar que o rio Formoso seja poluído.

## 1.6 SUB-BACIA DO RIO NABILEQUE

A Rede Básica de Monitoramento da Sub-Bacia do Rio Nabileque é composta de cinco pontos de coleta de amostras de água, distribuídos estrategicamente ao longo dos principais corpos d'água da Bacia. Três pontos estão distribuídos no próprio rio Nabileque e dois no trecho do rio Paraguai entre a localidade de Forte Coimbra e o destacamento do Exército brasileiro denominado Barranco Branco. O Quadro 5 indica o código de cada ponto, sua localização e o ano de início do monitoramento.

**QUADRO 5 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Nabileque**

Código	Descrição e localização	Ano de início
00MS25NA2271*	Rio Nabileque, na boca do rio Nabileque	1994
00MS25NA2068	Rio Nabileque, a montante da foz do rio Naitaca (Fazenda Genipapo)	
00MS25NA2000	Rio Nabileque, na foz	
00MS25PA2207	Rio Paraguai, a jusante do Forte Coimbra	
00MS25PA2024	Rio Paraguai, a jusante do destacamento militar de Barranco Branco	

\* O ponto na 2271 só foi implantado em 1996.

Pela análise da planilha de dados do monitoramento da Sub-Bacia do Rio Nabileque, constata-se que o monitoramento da qualidade da água, ao longo desses onze anos, sofreu várias interrupções mensais em cada ano, existindo ainda falhas de dados em alguns pontos de monitoramento em alguns anos.

Após a análise estatística foi possível a elaboração de gráficos para melhor visualização da qualidade ao longo da série histórica temporal e espacial. A Figura 39 indica a variação espacial longitudinal e temporal mensal

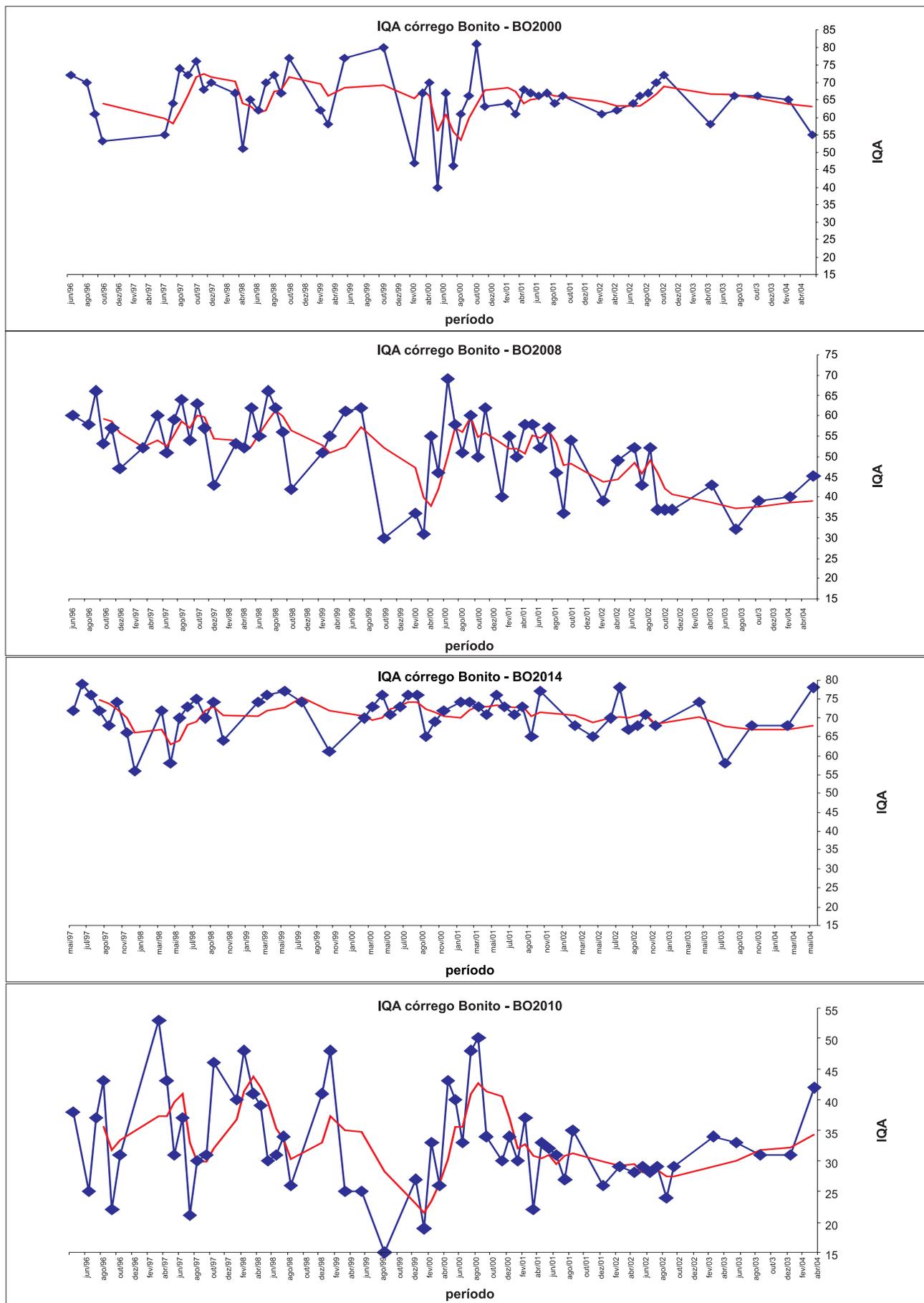


FIGURA 37 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do córrego Bonito e a tendência da qualidade medida pela média móvel.

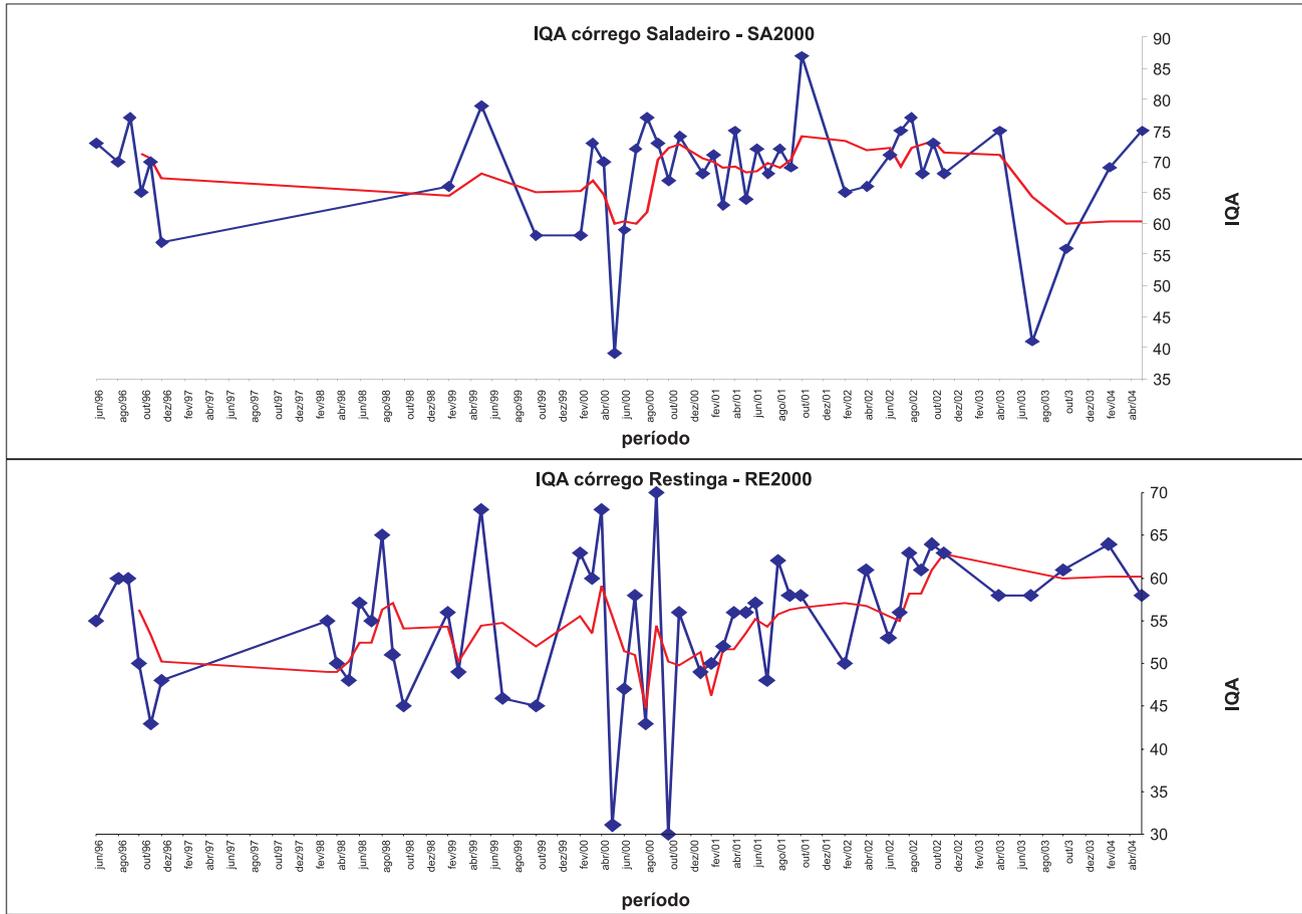


FIGURA 38 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água dos córregos Saladeiro e Restinga e a tendência da qualidade medida pela média móvel.

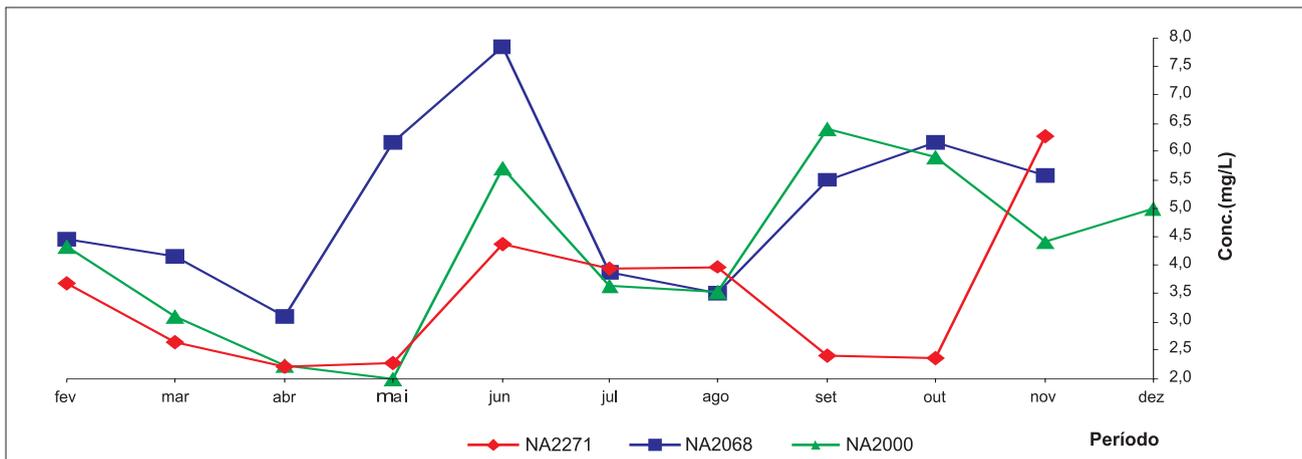


FIGURA 39 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Nabileque, baseada no OD médio, 1994-2004.

da qualidade da água do rio Nabileque, medida pelo OD médio. A Figura 40 mostra a variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Nabileque, medida pelo OD médio.

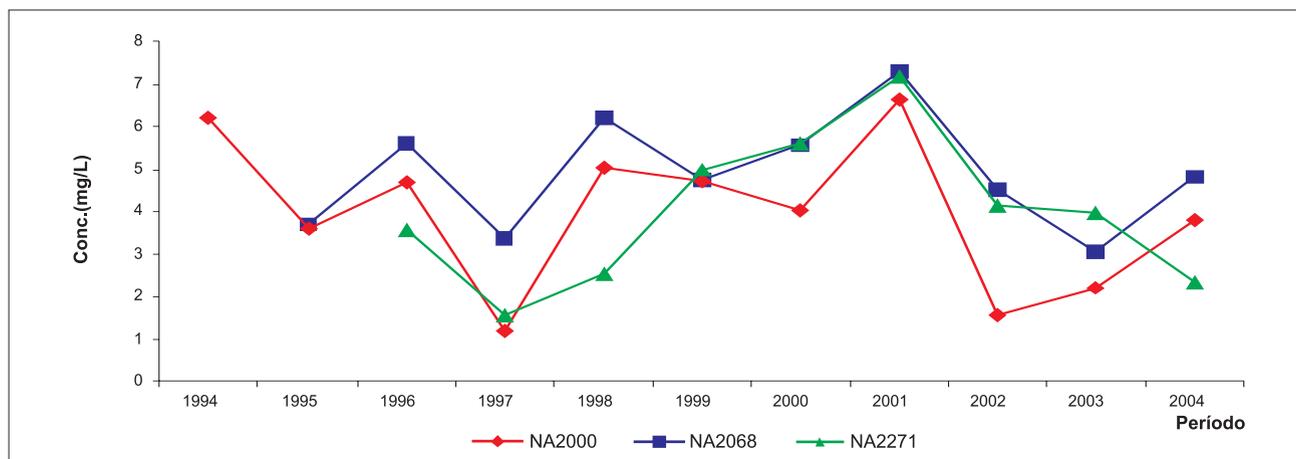


FIGURA 40 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Nabileque, baseada no OD médio, 1994-2004.

Baseado na série histórica de dados de qualidade de água do rio Nabileque, distribuídos mensalmente por meio da média, é possível afirmar que a variabilidade observada deve-se primeiro à ausência de dados nos meses de janeiro e dezembro e à baixa frequência de amostragem durante todo o período monitorado. Pelo conhecimento da Sub-Bacia e a dinâmica das cheias que ocorrem em toda a planície da BAP/MS, eram de se esperar dois comportamentos totalmente distintos, ou seja, meses de janeiro a junho com a menor qualidade e o restante dos meses com uma qualidade melhor; no entanto, é observada uma oscilação completamente aleatória da qualidade ao longo dos meses, conforme a Figura 39.

De acordo com Carvalho (1986 apud CALHEIROS; FERREIRA, 1996), a onda de cheia do rio Paraguai, na região de Porto Murtinho, ocorre nos meses de junho-agosto, onde seria esperada a menor concentração do OD, como um fator natural na região. Segundo Calheiros e Ferreira (1996), o rio Paraguai, mais ao sul da cidade de Corumbá, na região do Nabileque, apresenta dois picos de cheia: o primeiro ocorre em fevereiro-março e um segundo pico, maior, nos meses maio-junho. Essas variações foram verificadas na Figura 39, com a menor concentração de OD nesses meses.

A variabilidade anual é mais definida, com as mínimas ocorrendo no ano 1997 e 2002, com uma leve queda na qualidade a partir do ano 2001, conforme Figura 39. Por meio dessa figura é possível observar que o ponto NA2068 apresentou a melhor qualidade em todos os anos monitorados. Essa condição de maior concentração de OD mostra que esse ponto é mais independente dos picos de inundação do rio Paraguai. Já os dois pontos restantes (NA2271 e NA2000) são totalmente influenciados pelas águas do rio Paraguai.

A variação espacial longitudinal e temporal da qualidade da água, obtida com dados individuais de OD, é vista na Figura 41. As mínimas concentrações são observadas praticamente em todos os anos, ocorrendo de forma aleatória nos meses de janeiro a maio. A tendência da qualidade da água do rio Nabileque, mostrada na Figura 40, é totalmente indefinida, pois, além da qualidade da água ser dependente dos picos de cheias do rio Paraguai, há o problema do número reduzido de dados, que inviabiliza a definição clara da tendência.

O rio Paraguai foi monitorado em dois pontos e a Figura 42 mostra a variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água. Nesse rio, a variabilidade da qualidade da água é muito bem definida, ou seja, baixa concentração de OD no trimestre março/abril/maio e um processo de recuperação gradativo ao longo dos meses subsequentes até dezembro, quando então começa a reduzir a qualidade. No entanto, é evidente a falta de dados nos meses de janeiro, setembro e dezembro, prejudicando uma análise mais consistente do comportamento da qualidade da água ao longo dos meses do ano.

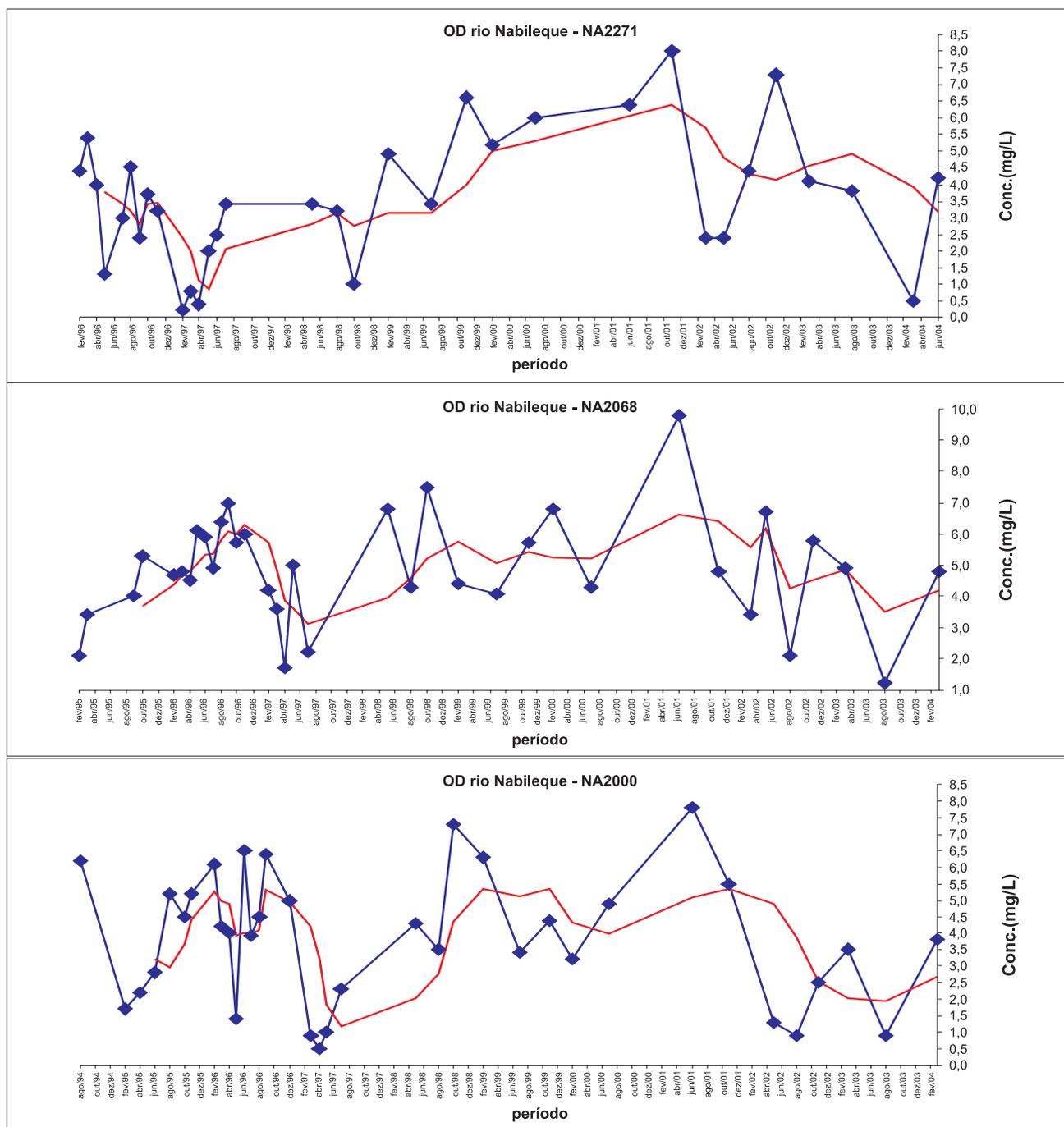


FIGURA 41 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Nabileque e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

A Figura 43 mostra a variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Paraguai durante o período monitorado. Mais uma vez é detectada a interrupção do monitoramento em um ponto, quebrando a seqüência da série histórica dele. No entanto é possível identificar o comportamento semelhante da qualidade da água nos dois pontos monitorados, com a mínima ocorrendo no ano 1997, com OD médio em torno de 2 mg/L.

A Figura 44 mostra a variação da qualidade da água do rio Paraguai, com dados individuais obtidos das medições realizadas em campo. Na Figura 44 é possível verificar que os menores valores de OD são quase nulos, ou seja, uma condição de anaerobiose no rio em determinados meses do ano.

Essa situação repete-se ano após ano, com maior ou menor intensidade, evidenciando a necessidade de um

estudo mais detalhado para identificar os fatores associados com essa sazonalidade em relação à concentração de OD no rio Paraguai.

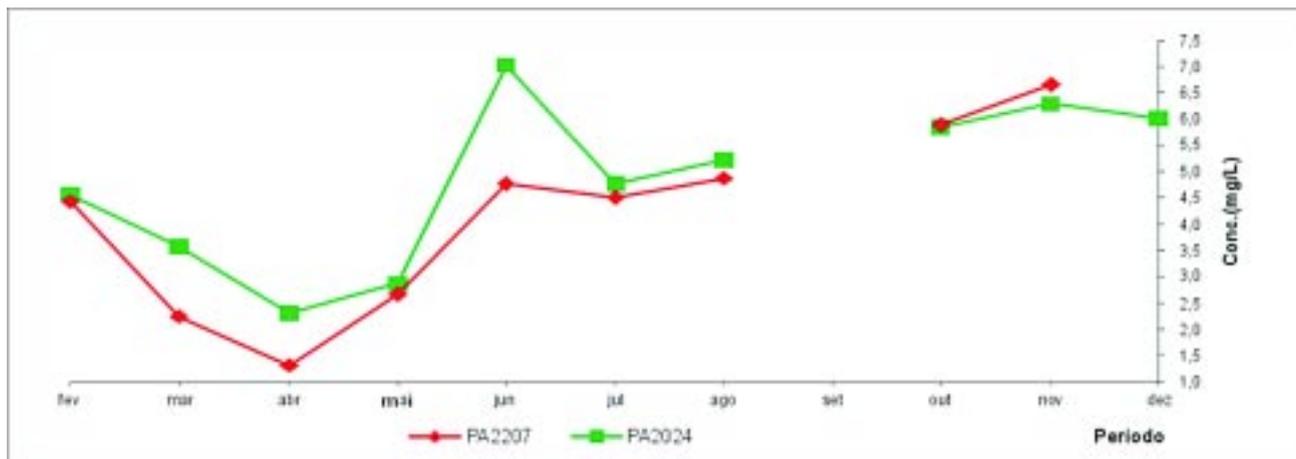


FIGURA 42 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Paraguai.

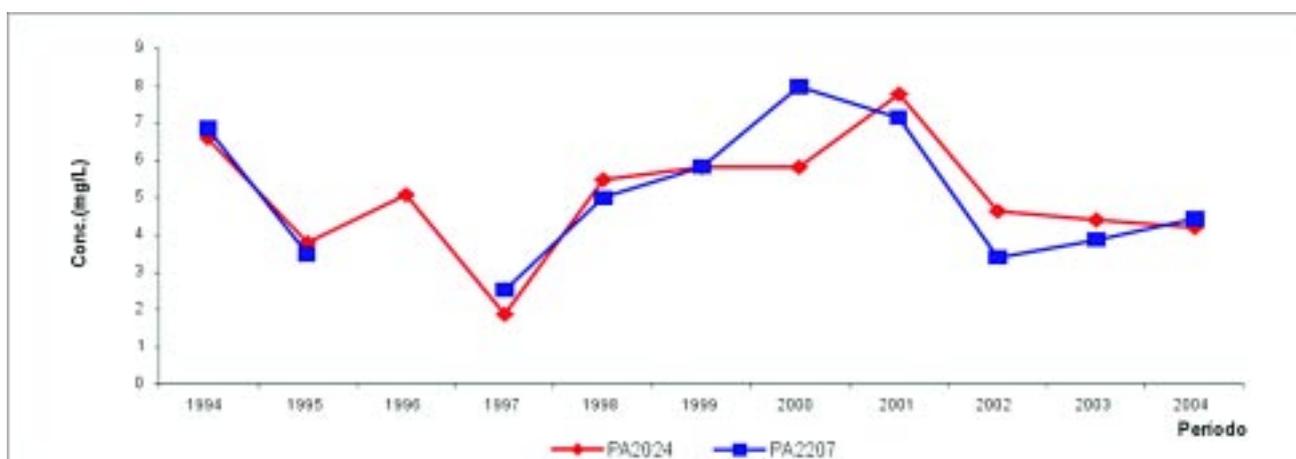


FIGURA 43 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no OD médio, 1994-2004.

A Figura 44 mostra ainda a tendência da qualidade da água ao longo do período monitorado para cada ponto de coleta. Pode-se observar que a tendência nos dois pontos são semelhantes, ou seja, há uma indefinição da tendência no início do período do monitoramento. No entanto, a partir de maio de 1997 há uma clara evidência de uma tendência de melhora na qualidade da água até junho de 2001, quando a curva de tendência sofre uma inflexão para baixo, fechando o ano de 2004 com tendência de piora da qualidade nos dois pontos monitorados nesse trecho do rio Paraguai.

Assim, há necessidade urgente de otimizar a rede de monitoramento dessa bacia do rio Nabileque para primeiro identificar os fatores que alteram a qualidade da água. Para tanto é necessária a introdução de novos indicadores da qualidade da água.

Como os pontos de monitoramento são distantes dos laboratórios e de difícil acesso, sugere-se que sejam coletadas amostras para análises daqueles parâmetros que possuem um prazo maior de validade, por exemplo, DQO, série de sólidos e metais. No campo poderão ser realizadas análises de coliformes fecais, nutrientes e matéria orgânica com equipamentos portáteis. Um outro ponto fundamental é a melhoria da frequência de amostragem, ou seja, a definição de uma frequência tal que possibilite identificar as sazonalidades que ocorrem em cada ponto de coleta.

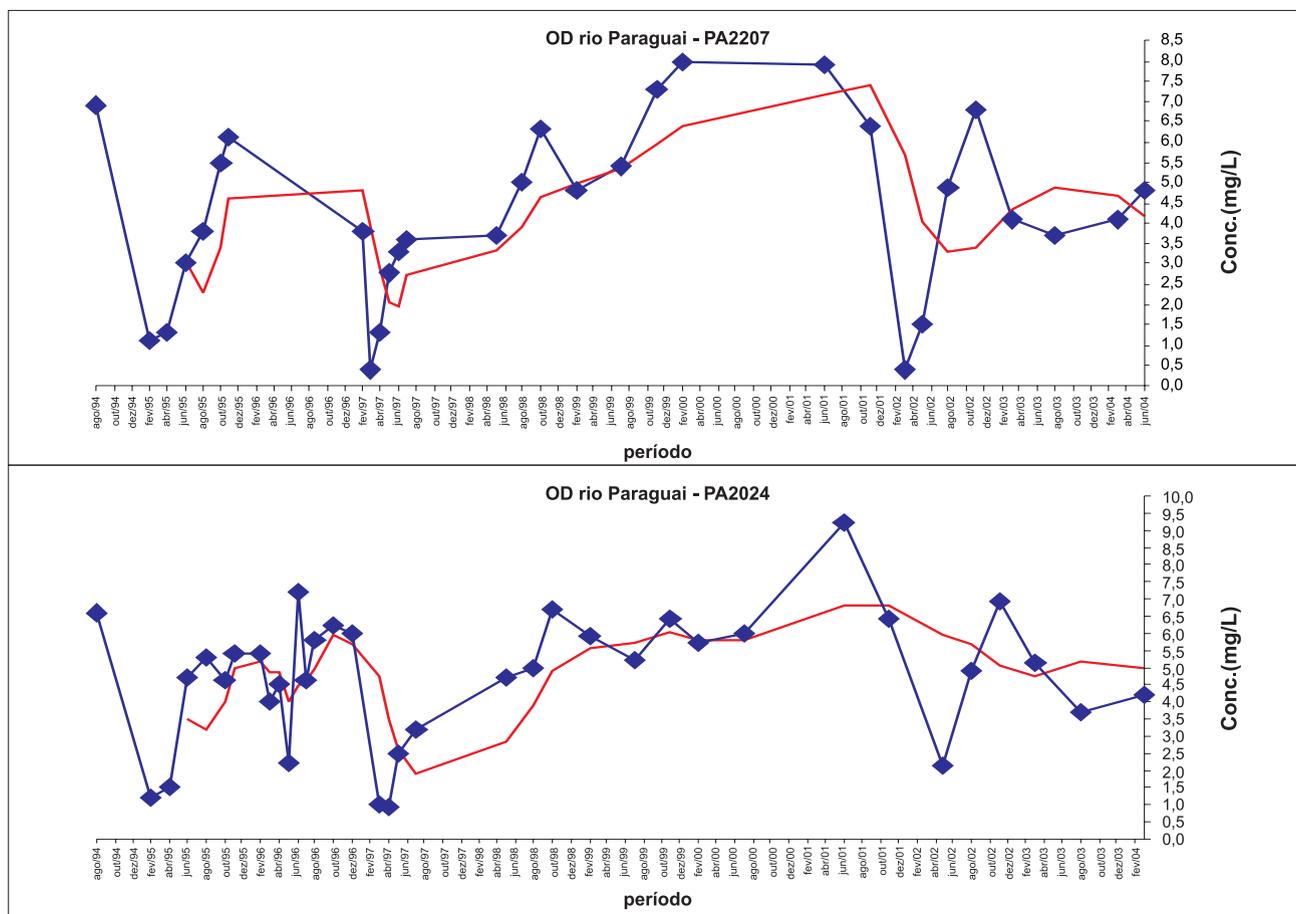


FIGURA 44 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Paraguai, no trecho entre Forte Coimbra e Porto Murtinho, e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

## 1.7 SUB-BACIA DO RIO NEGRO

A Rede Básica de Monitoramento da Sub-Bacia do Rio Negro é composta de seis pontos de coleta de amostras de água, sendo todos localizados ao longo do próprio rio Negro. O Quadro 6 indica o código de cada ponto, sua localização e o ano de início do monitoramento.

QUADRO 6 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta da Sub-Bacia do Rio Negro

Código	Descrição e localização	Ano de início
00MS24NE2461	Rio Negro, a montante do perímetro urbano da cidade de Rio Negro	1994
00MS24NE2435	Rio Negro, a jusante do perímetro urbano da cidade de Rio Negro	
00MS24NE2202	Rio Negro, a jusante da foz do rio Taboco	
00MS24NE2174	Rio Negro, na ponte da rodovia MS-170 (Fazenda Barra Mansa)	
00MS24NE2127	Rio Negro, no pesqueiro da Fazenda Tupaciretã (Ninhal)	
00MS24NE2008	Rio Negro, na ponte da rodovia MS-184 Faz. Baú	

O monitoramento da qualidade da água dessa Sub-Bacia, durante esses onze anos, sofreu várias interrupções mensais ao longo de cada ano e até interrupções em alguns pontos (NE2127, NE2174 e NE2202) no período 1994-1995.

Após a análise estatística foram elaborados gráficos para melhor visualização da qualidade da água do rio Negro ao longo da série histórica. A Figura 45 indica a variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Negro, medida pelo OD médio.

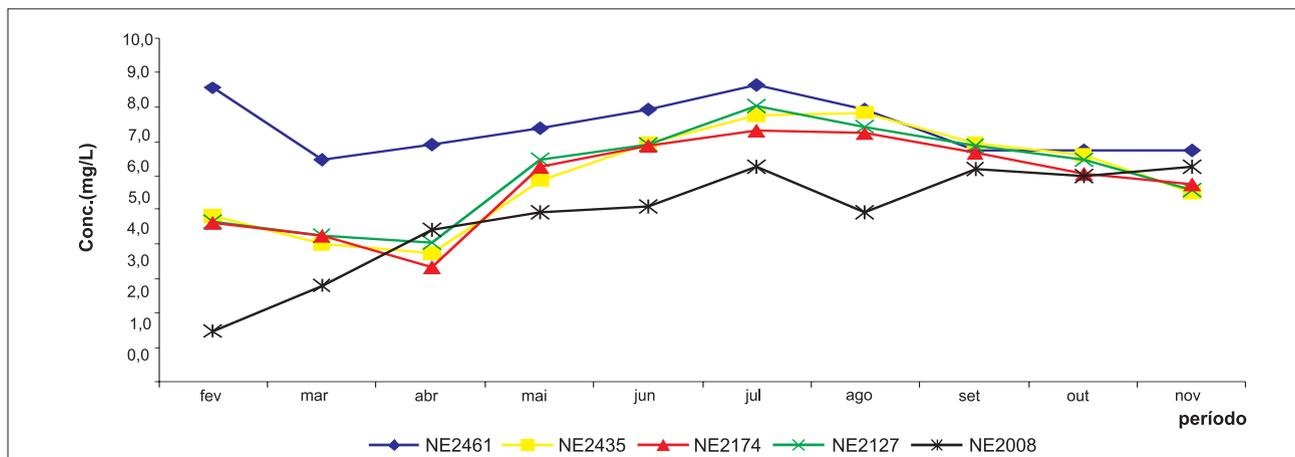


FIGURA 45 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Negro, baseada no OD médio.

A Figura 46 mostra a variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Negro, medida pelo OD médio.

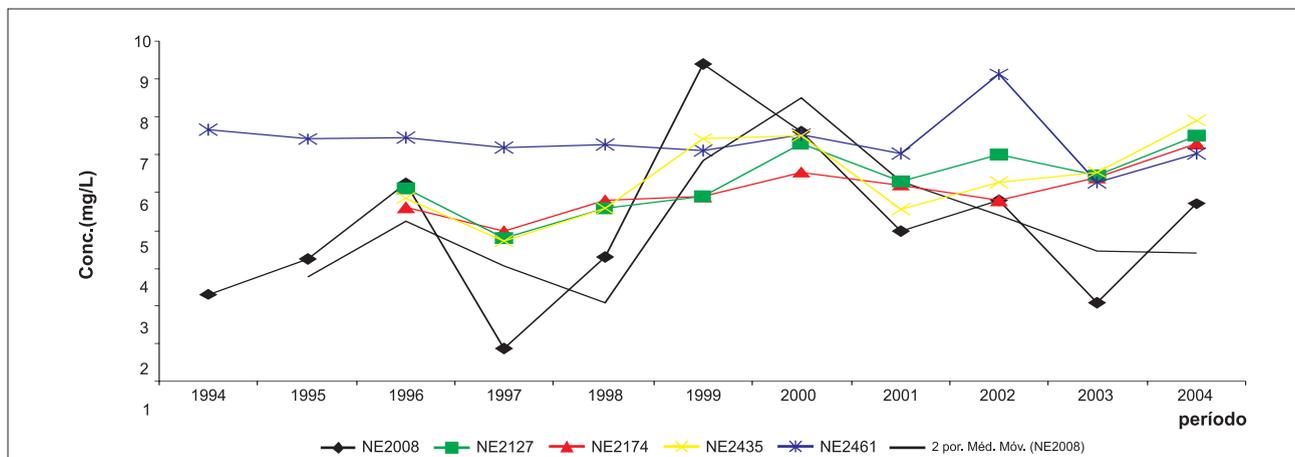


FIGURA 46 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Negro, medida pelo OD médio.

Baseado na Figura 45, elaborada a partir da série de dados do rio Negro, é possível afirmar que a variabilidade da qualidade da água desse rio é mais acentuada no mês de abril, quando foi observado o menor valor de OD em todos os pontos, com exceção do ponto NE2008, que apresentou a menor concentração média de OD em fevereiro.

Observa-se ainda na Figura 45 a ausência de dados nos meses de dezembro e janeiro, meses estes correspondentes ao trimestre mais chuvoso na BAP/MS. Essa falha de dados pode estar comprometendo toda a interpretação da qualidade da água nos pontos de monitoramento. Tal comprometimento só não é maior porque, de acordo com os dados históricos, o período de pior qualidade de água desse rio inicia-se em fevereiro e termina em abril.

Fica evidenciado na Figura 45 que o ponto que apresenta a menor qualidade, em todo o período monitorado, é o NE2008 e o que apresenta a melhor qualidade é o ponto NE2461.

Salienta-se que em determinada época do ano (estiagem) o rio Negro, no ponto NE2008, fica seccionado, formando apenas uma baía no leito do rio, portanto, um ambiente lântico. Essa nova condição de rio é que faz com que a variabilidade da qualidade da água no ponto NE2008 seja totalmente diferente dos demais pontos. O ponto NE2461, por estar localizado no planalto, a montante da cidade de Rio Negro e distante de qualquer fonte poluidora pontual, justifica a melhor qualidade que apresenta ao longo do período.

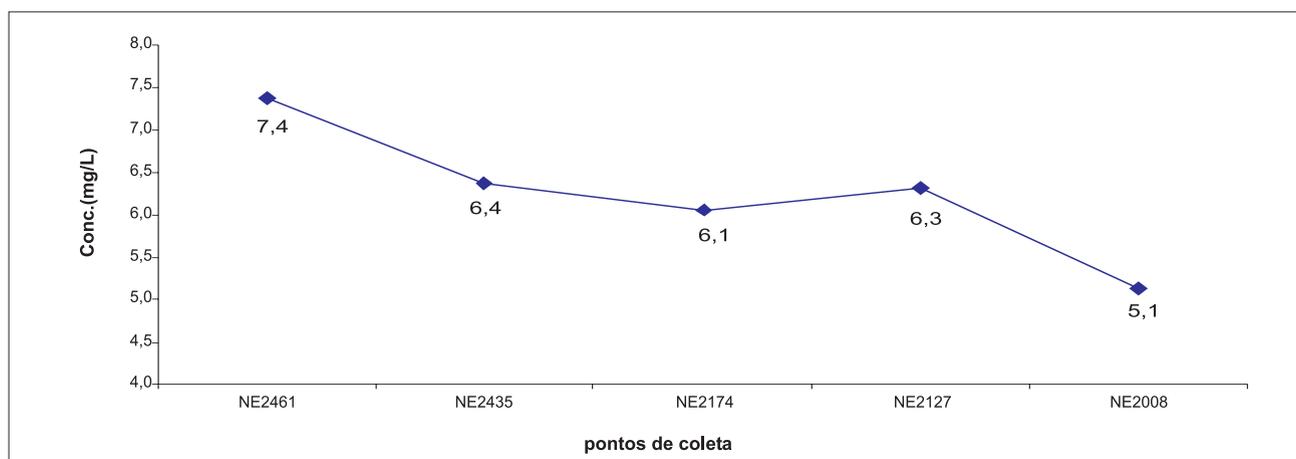
Conforme a Figura 45, a melhor qualidade da água é observada nos meses de junho, julho e agosto, período em que as águas estão totalmente na calha do rio, evitando o carreamento de material orgânico depositado nas áreas do entorno que são alagadas no período de cheia no Pantanal.

A partir dessa observação, pode-se afirmar que é necessário o maior detalhamento da frequência de monitoramento nos meses de menor qualidade, com uma frequência de coletas no mínimo mensal, no período de setembro a abril.

Por meio da Figura 46, série anual do OD médio do rio Negro, percebe-se que ao longo desses onze anos a qualidade da água apresenta-se sempre com uma baixa oscilação e com uma inclinação da curva para melhora. O ponto NE2008 apresenta comportamento totalmente diverso dos demais, com a menor qualidade em 1997 e 2003. Já em 1999 só foi feita uma única amostragem no ponto NE2008, ocorrida no mês de outubro, que, conforme a Figura 45, é o mês de melhor qualidade, justificando o pico de qualidade observada na Figura 46.

Esse máximo na qualidade observada no ponto NE2008 é, fundamentalmente, por causa da produtividade primária, que supersatura de OD a coluna d'água. Salienta-se que nesse período há todas as condições necessárias para a proliferação de plantas aquáticas, inclusive com floração de algas, pois há luz solar durante praticamente todo o dia, nutrientes e matéria orgânica abundante.

A Figura 47 mostra a variação espacial longitudinal média da qualidade da água do rio Negro, baseada na concentração média anual do OD. É possível observar que a qualidade da água é sempre declinante ao longo dos pontos, com a menor qualidade ocorrendo no ponto NE2008.



**FIGURA 47 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Negro, com dados médios de OD.**

Embora a qualidade da água do rio Negro tenha sido declinante ao longo de seu trecho, ainda assim o menor valor médio do OD fica acima do padrão mínimo de qualidade para águas de classe 2, que é de 5 mg/L.

A Figura 48 mostra a variação espacial longitudinal e temporal da qualidade da água do rio Negro com dados reais medidos nos seis pontos de coleta. A Figura 48 mostra ainda a tendência da qualidade da água em cada ponto ao longo do período monitorado.

Por meio da análise da Figura 48 é possível dividir o rio Negro em dois trechos, o de planalto, pontos NE2461 e NE2435, e o de planície, pontos NE2202, NE2174, NE2127 e NE2008.

Nos pontos de planalto, a variabilidade sazonal da qualidade da água foi menor; no entanto, apresentou tendência de piora da qualidade a partir de julho de 2002 até o fechamento da série histórica em agosto de 2004.

Vários fatores podem ter contribuído para a tendência de piora na qualidade, entre eles a pequena quantidade de dados existentes, pois houve muitas falhas de medidas ao longo do período, conforme a Figura 48. Outro fator que pode ter contribuído é o possível aumento de áreas agricultáveis na área de drenagem, sem o devido cuidado na conservação do solo, ou a instalação de indústrias com lançamento de efluentes sem o adequado tratamento. Dessa forma, sugere-se o aumento da frequência, no mínimo mensal, de coletas nesses pontos, bem como o levantamento das atuais fontes de impacto da qualidade da água.

Os pontos localizados na planície apresentam oscilação mais acentuada durante o período monitorado. No entanto, a tendência da qualidade, a partir de maio de 1997, é sempre de melhora. Entre junho de 1996 e março de 1997, a tendência da qualidade da água é de piora, possivelmente associada ao longo período de cheia que ocorreu na região. No ponto NE2008, a tendência de piora na qualidade da água acontece entre novembro de 1996 e fevereiro de 1997.

conclui-se que essa análise histórica é importante, pois está permitindo uma visão integrada de todos os dados, ao longo do tempo e do espaço, e assim detectar possíveis falhas e variações que ocorreram na bacia hidrográfica e a partir daí planejar uma melhor estratégia para corrigir eventuais distorções observadas.

Outro ponto importante a ser considerado na Sub-Bacia do Rio Negro é a necessidade de inserção de novos indicadores da qualidade das águas, tanto na planície quanto no planalto. Atualmente, a avaliação da qualidade da água nessa Bacia está sendo feita apenas baseada no OD. Há necessidade de implementar outros parâmetros limnológicos que podem ser analisados por equipamentos portáteis e assim identificar as causas das alterações da qualidade da água ao longo do período.

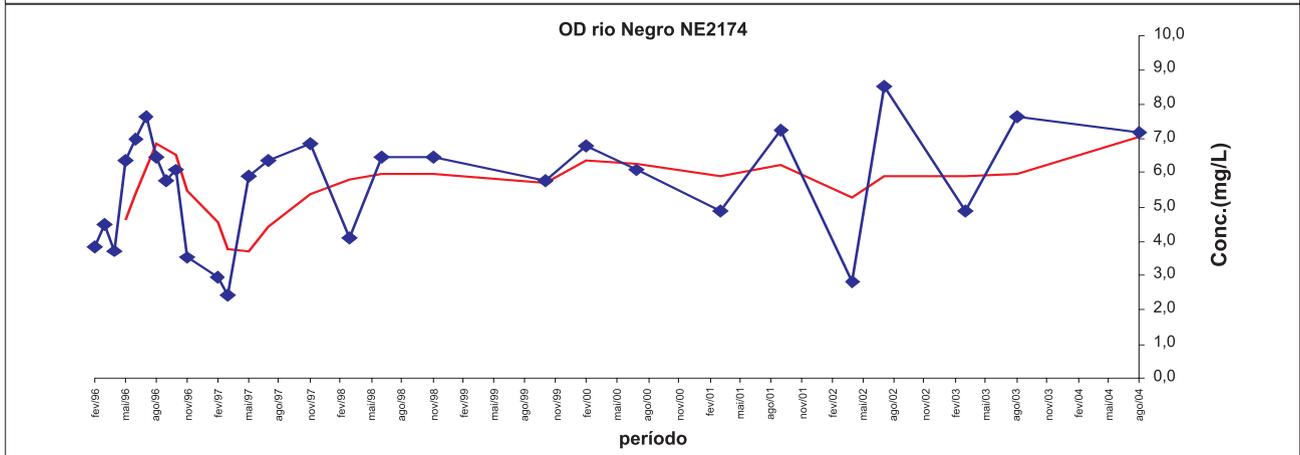
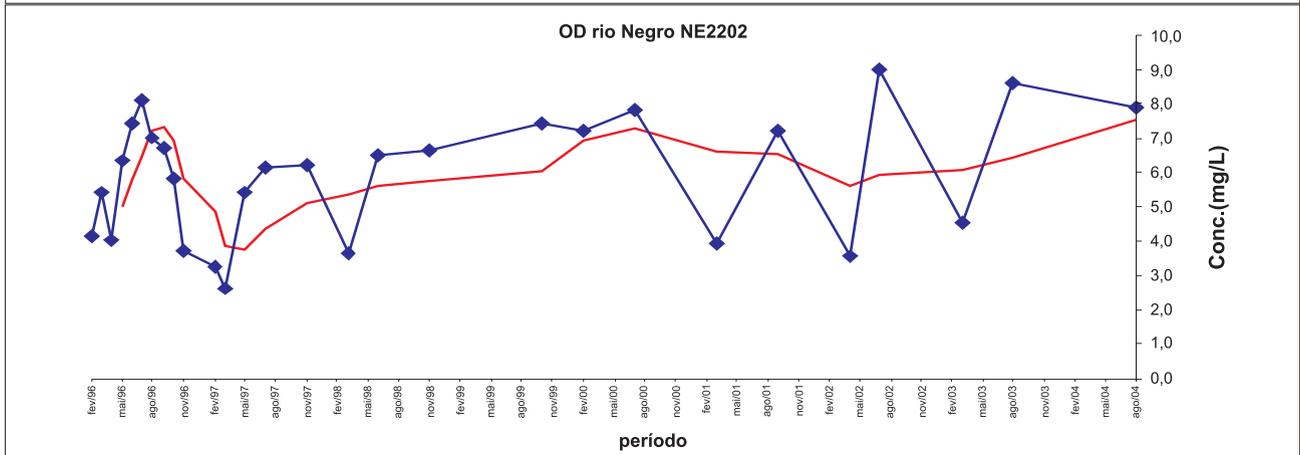
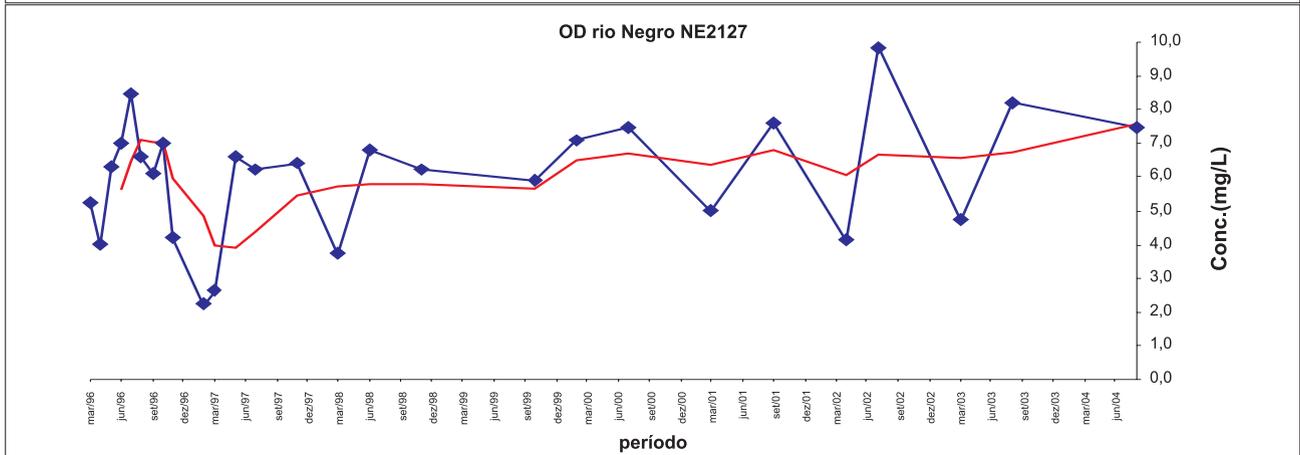
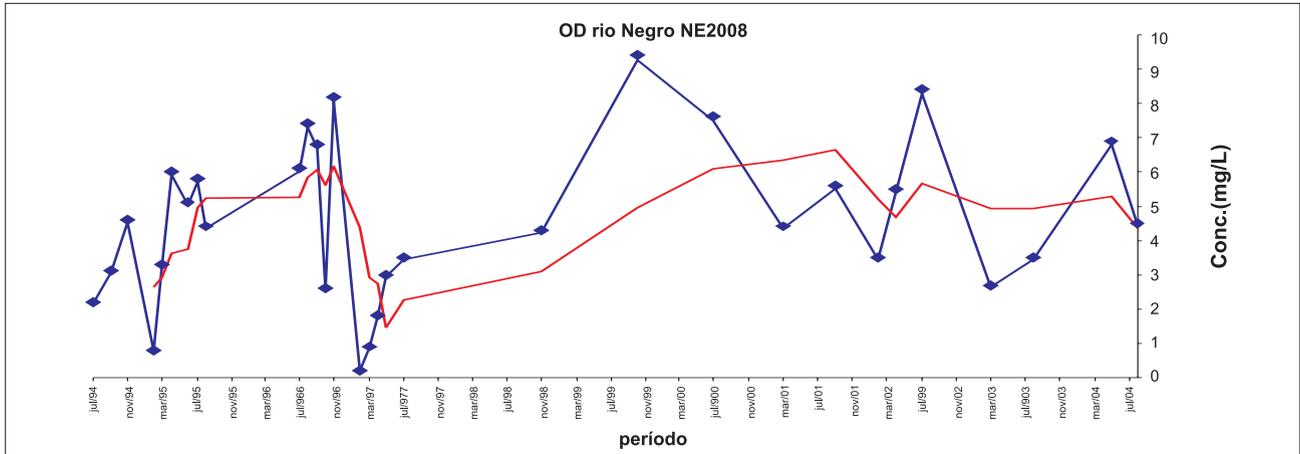
## 1.8 SUB-BACIA DO RIO TAQUARI

A Rede Básica de Monitoramento da Qualidade da Água da Sub-Bacia do Rio Taquari é composta de vinte e um pontos de coleta de amostras de água, distribuídos estrategicamente ao longo dos principais cursos d'água, sendo três pontos no rio Taquari, três no rio Coxim, dois no rio Verde, cinco no rio Paraguai, três no rio Itiquira, três no rio Cuiabá, um no canal do Tamengo e um no rio Taquari-Mirim. O Quadro 7 indica o código de cada ponto, sua localização e o ano de início do monitoramento.

As Figuras 49 e 50 indicam, respectivamente, a variação espacial longitudinal e temporal mensal e a variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Taquari, com dados de 1994 a 2004, totalizando onze anos de monitoramento.

Da análise da Figura 49 constata-se que houve várias interrupções na aquisição de dados em praticamente todos os pontos. O ponto TQ2000 foi o que apresentou a menor falha (janeiro), durante os doze meses. As falhas de dados ocorreram justamente nos meses mais críticos, ou seja, no mês de outubro, início do período chuvoso, e no mês de abril, início do período de estiagem. Conforme representado pela Figura 49, infere-se que a menor qualidade de água ocorrerem nesses meses.

Ainda conforme a Figura 49, o ponto com menor variabilidade foi o ponto TQ2481. Essa pequena variabilidade está associada à pouca interferência na qualidade da água (pouco uso do solo e da água). No entanto, o ponto TQ2441, situado também no planalto e a jusante da cidade de Coxim, apresentou variabilidade ao longo praticamente de todos os meses. Essas oscilações estão associadas ao aporte de esgoto da cidade de



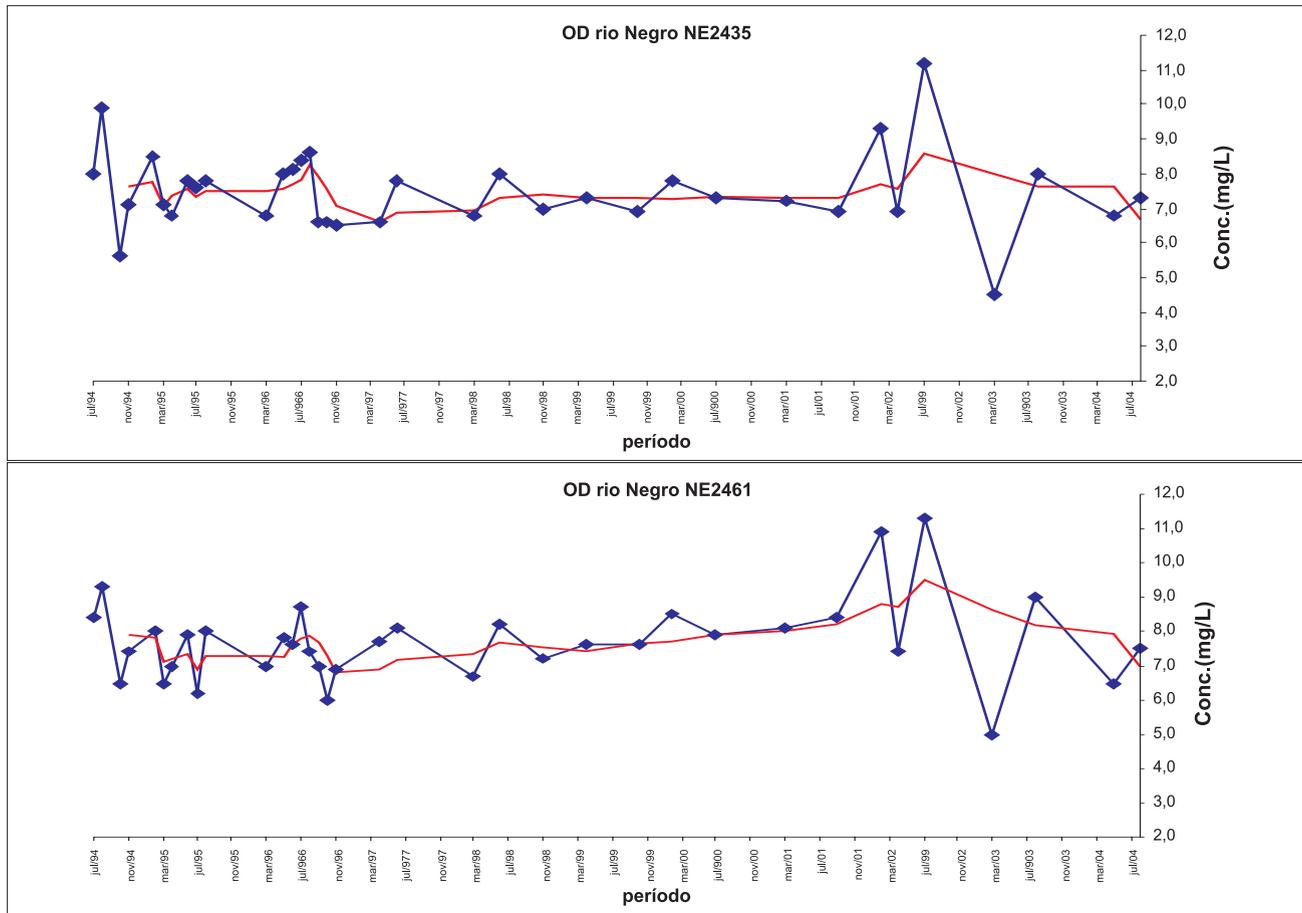


FIGURA 48 – Variação espacial longitudinal e temporal da qualidade da água do rio Negro, medida pelo OD durante todo o período monitorado.

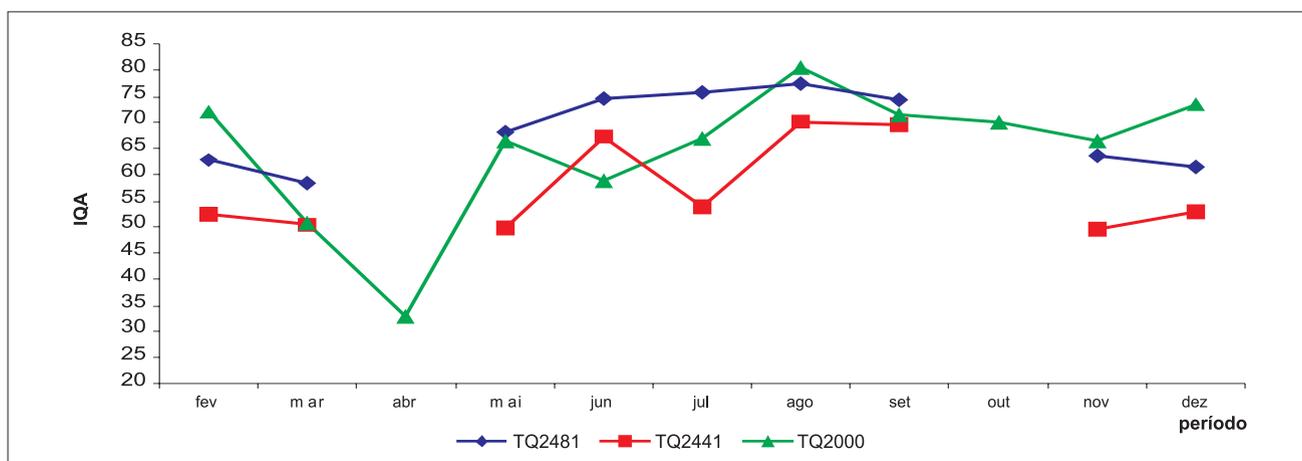
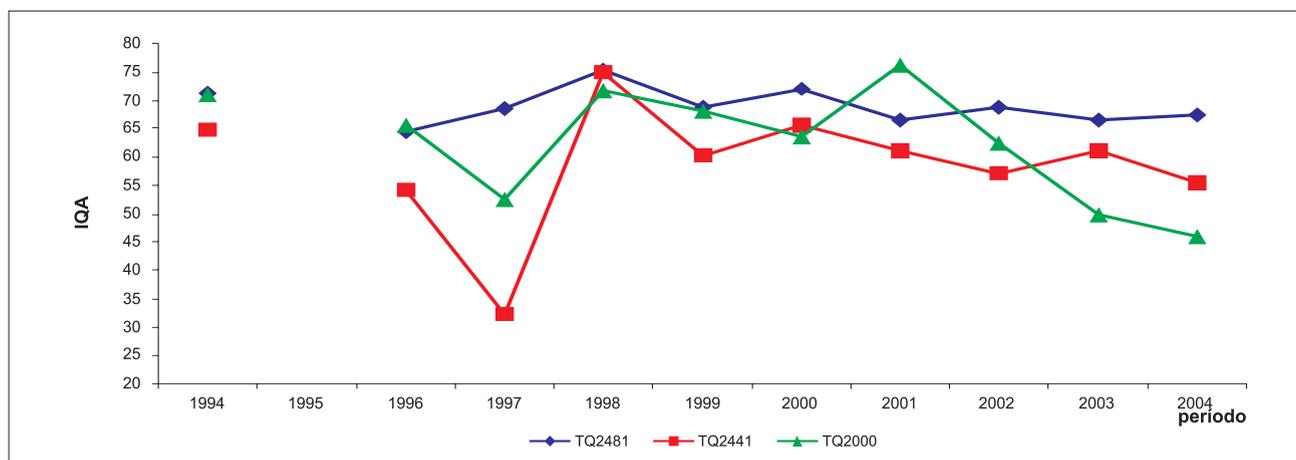


FIGURA 49 - Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Taquari, baseada no IQA médio, 1994-2004.

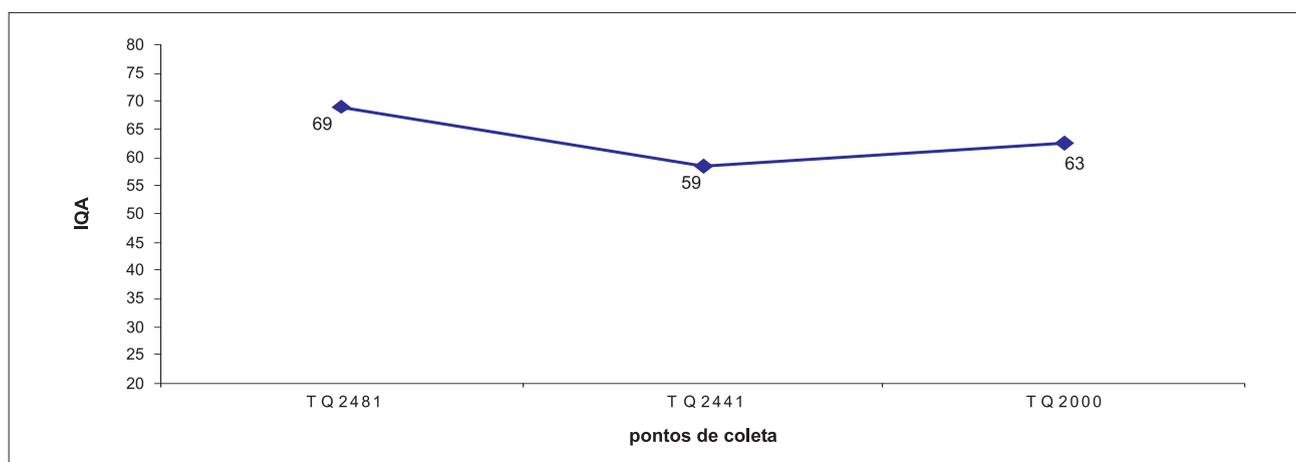
Coxim e das águas do rio Coxim, com menor qualidade. Já a variabilidade das águas do ponto TQ2000, principalmente no mês de abril, está diretamente associada ao período de cheia do rio Paraguai que represa as águas do rio Taquari, ocasionando a depleção na concentração de OD e diminuindo a qualidade da água.

Com relação à variabilidade anual, percebe-se por meio da Figura 50, que também houve interrupções no monitoramento em 1995. Verifica-se ainda que, a partir de 1998, a qualidade das águas em todos os pontos monitorados vem sofrendo uma sensível redução ao longo dos anos, principalmente nos pontos TQ2441 e TQ2000. A redução da qualidade das águas desses pontos está diretamente relacionada com o uso e ocupação do solo na área de drenagem.



**FIGURA 50 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Taquari, baseada no IQA médio, 1994-2004.**

A Figura 51 mostra a variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Taquari, evidenciando a perda da qualidade ao longo da extensão do rio. Esse fato já era esperado, pois à medida que aumenta a área de drenagem, aumenta a probabilidade de entradas de águas de menor qualidade oriundas tanto de fontes pontuais quanto de fontes difusas.



**FIGURA 51 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Taquari, baseada no IQA médio, 1994-2004.**

Pela Figura 52, que apresenta a variação espacial longitudinal e temporal da qualidade das águas do rio Taquari, percebe-se uma grande variabilidade, evidenciando a necessidade urgente de aumentar a frequência de amostragem e a permanência do monitoramento ao longo dos anos, possibilitando assim identificar as causas dessa variabilidade. A mínima qualidade da água sempre aconteceu no período de outubro a abril

em todos os pontos monitorados. Em alguns anos, o ponto TQ2000 apresentou menor qualidade no mês de junho, evidenciando a relação com o pico de cheia no Pantanal. Os demais pontos têm uma relação direta com o período chuvoso na bacia.

**QUADRO 7 – Código, localização e ano de início do monitoramento de cada ponto de coleta na Sub-Bacia do Rio Taquari.**

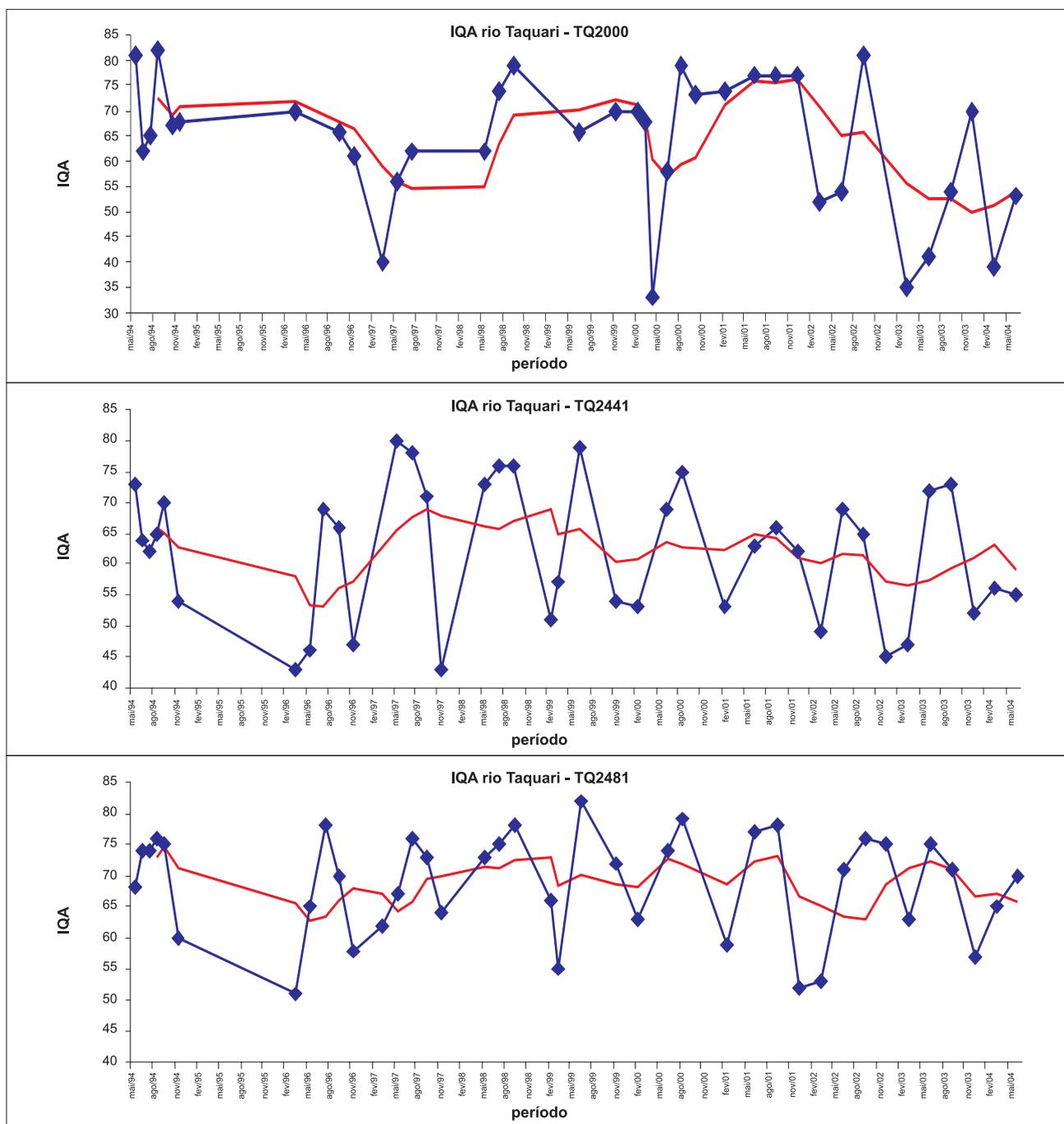
Código	Descrição e localização	Ano de início
00MS22TQ2481	Rio Taquari, em Cachoeira das Palmeiras	1994
00MS22TQ2441	Rio Taquari, a jusante do perímetro urbano/periférico da cidade de Coxim	
00MS22TQ2000	Rio Taquari, na foz (Porto da Manga)	
00MS22CX0266	Rio Coxim, na nascente (fundos suinocultura Pinesso Fazenda Monte Azul)	
00MS22CX2176	Rio Coxim, a jusante da foz do ribeirão Camapuã	
00MS22CX2000	Rio Coxim, na foz	
00MS22RV2020	Rio Verde, a montante do balneário Sete Quedas (3 km rodovia MS-247)	
00MS22RV2008	Rio Verde, a jusante do lançamento Frigorífico River Ltda. (rod. BR-163)	
00MS22TM2000	Rio Taquari-Mirim, na foz	
00MS22IT2234	Rio Itiquira, a montante da foz do rio Piquiri	1997
00MS22IT2232	Rio Itiquira, a jusante da foz do rio Piquiri	
00MS22IT2000	Rio Itiquira, na foz	
00MS22CB2158	Rio Cuiabá, a montante da foz do rio Itiquira	
00MS22CB2156	Rio Cuiabá, a jusante da foz do rio Itiquira	
00MS22CB2077	Rio Cuiabá, na localidade de Porto do Alegre (Retiro da Fazenda Recreio)	
00MS22PA2366	Rio Paraguai, a montante da foz do rio São Lourenço	1996
00MS22PA2214	Rio Paraguai, na localidade de Amolar (pesqueiro Serra Negra)	
00MS22PA2079	Rio Paraguai, a jusante da Marinha Mercante, Corumbá	
00MS22PA2077	Rio Paraguai, a montante da captação de água da cidade de Ladário	
00MS22PA2076	Rio Paraguai, a montante da captação de água da cidade de Corumbá	2000
00MS22TG2000	Canal do Tamengo, na foz	1994
		2000

A tendência da qualidade da água nos três pontos monitorados, conforme a Figura 52, mostrou uma sensível diminuição ao longo dos anos, evidenciando a necessidade de ações efetivas de controle ambiental na Bacia e da manutenção do monitoramento com frequência mais detalhada em toda a extensão do rio para checar possíveis alterações e subsidiar o controle ambiental com dados mais precisos.

O monitoramento no rio Coxim apresenta menor número de falhas durante os meses do ano, conforme a Figura 53. Porém, o ponto CX2000, foz do Coxim, apresentou falhas justamente nos meses de abril e outubro, mesmo período de falhas do ponto TQ2441, inviabilizando assim uma comparação da interferência das águas do Coxim na qualidade da água do rio Taquari no ponto TQ2441.

O ponto CX0266, conforme a Figura 52, apresentou a menor qualidade no mês de julho (período de estiagem), o que pode estar associada ao uso da água para recepção de efluentes de suinoculturas situadas na área de drenagem desse ponto. Com relação ao ponto CX2176, a baixa qualidade das águas no período de outubro a dezembro está associada ao início das chuvas e ao aporte de águas residuárias de indústrias e esgoto doméstico da cidade de Camapuã. Esse ponto recebe ainda o aporte de grande quantidade de sedimento, oriundo do solo arenoso da área de drenagem do Coxim e do ribeirão Camapuã, seu afluente.

A Figura 54 mostra que houve uma interrupção do monitoramento da qualidade da água no rio Coxim durante o ano 1995. A Figura 54 mostra que a qualidade da água do ponto CX0266 vem melhorando desde o ano de 2000, evidenciando que as atividades econômicas situadas em sua área de drenagem vêm melhorando o seu sistema de controle ambiental, refletindo diretamente na melhoria da qualidade da água. O ponto que apresentou a menor qualidade da água foi o CX2000, refletindo na queda da qualidade da água do ponto TQ2441.

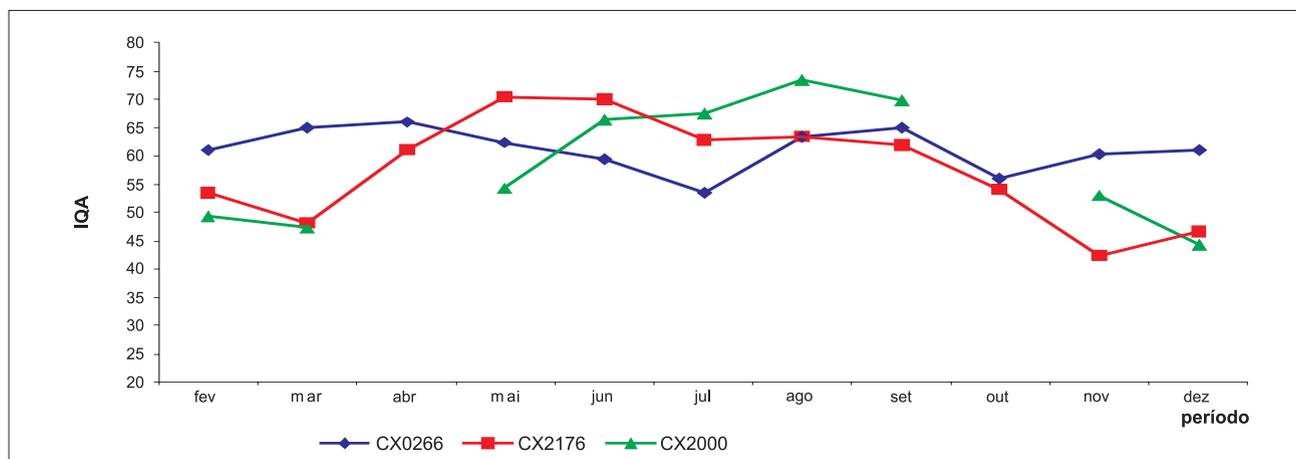


**FIGURA 52 - Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Taquari e a tendência da qualidade baseada na média móvel.**

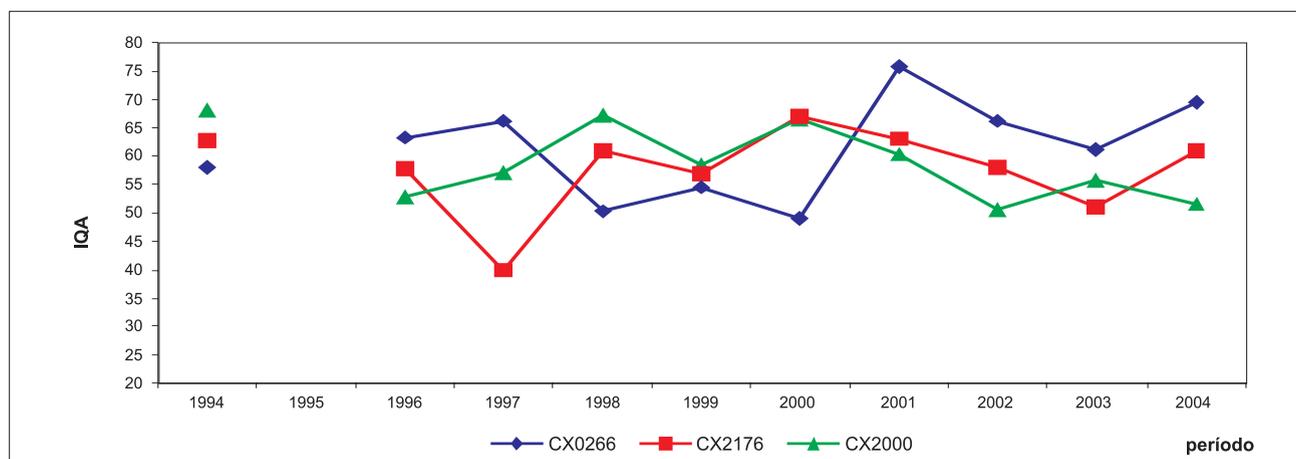
A Figura 55 mostra a variação espacial longitudinal da qualidade da água no rio Coxim durante todo o período monitorado. Fica evidente que, embora o rio Coxim no ponto CX0266 tenha recebido efluentes de suinocultura durante um certo período, ainda foi o ponto com a melhor qualidade média ao longo de todo o período monitorado e ao longo de toda a extensão do rio.

Na Figura 56 percebe-se a grande variabilidade da qualidade das águas do rio Coxim, principalmente nos pontos CX2176 e CX2000. No entanto, o ponto CX0266 apresentou qualidade aceitável em dois períodos diferentes, julho de 1998 e junho de 2000. A partir de 2000, as águas nesse ponto começaram a melhorar a sua qualidade, conforme já identificado nas figuras anteriores. A grande variabilidade das águas nos dois pontos restantes ocorreu durante todo o período monitorado, principalmente nos meses de setembro a

março, evidenciando mais uma vez a relação direta com a climatologia da Bacia. Daí a necessidade de detalhar a frequência do monitoramento e a introdução de outros indicadores, inclusive com a implementação de medição da descarga líquida durante todos os meses do ano para identificar as causas da perda da qualidade da água.



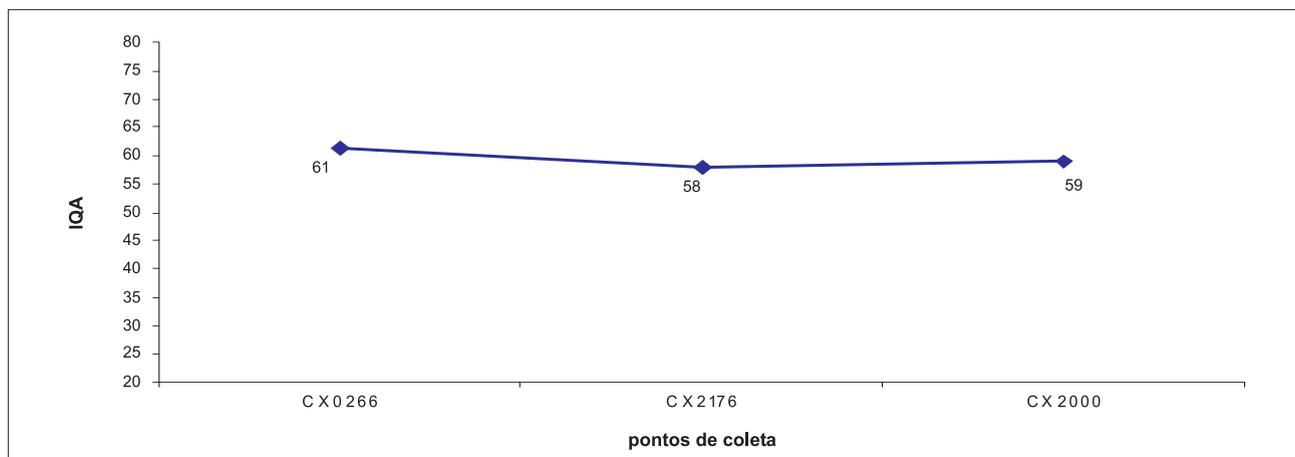
**FIGURA 53 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Coxim, baseada no IQA médio, 1994-2004.**



**FIGURA 54 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Coxim, baseada no IQA médio, 1994-2004.**

Ainda de acordo com a Figura 56, a tendência da qualidade das águas do rio Coxim no ponto CX0266 é de manter a qualidade boa. No entanto, a tendência da qualidade nos pontos CX2176 e CX2000 é de piora, evidenciando a urgência da implementação do monitoramento mais detalhado e a adoção de medidas de controle nas fontes causadoras da perda da qualidade.

A qualidade da água do rio Taquari-Mirim, conforme a Figura 57, variou sempre na qualidade boa, com a menor qualidade ocorrendo no período de outubro a março, período chuvoso na BAP/MS. A partir dessa constatação é possível inferir que a variabilidade da qualidade das águas do rio Taquari-Mirim está diretamente associada à sazonalidade natural da área de drenagem, ou seja, as chuvas provocam o arraste de sedimento e outros poluentes (dejetos de animais) depositados no solo, provocando uma poluição difusa ao longo da extensão do rio.



**FIGURA 55 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Coxim, baseada no IQA médio, 1994-2004.**

A Figura 58 mostra que a qualidade da água do rio Taquari-Mirim vinha apresentando uma ascensão desde o início do monitoramento até 1999, quando então começa a perder qualidade, fechando o período de 2004 já na qualidade aceitável.

A Figura 59 mostra que as águas do rio Taquari-Mirim ao longo dos meses e ao longo dos anos sofre uma grande variabilidade, principalmente nos meses de novembro a março. No entanto, nos últimos anos verificase baixa qualidade no mês de junho, evidenciando a interferência de fontes pontuais de poluição, pois nesse mês não há chuvas para provocar o carreamento de sedimentos e outros poluentes de forma difusa para o leito do rio.

A tendência da qualidade no ponto TM2000 desde novembro de 1999 é de piora, fechando o ano de 2004 na qualidade aceitável. A situação da qualidade da água desse rio é preocupante, pois também interfere na qualidade da água do rio Coxim (ponto CX2000) que, por conseguinte, interfere na qualidade da água do rio Taquari. É de fundamental importância o acompanhamento da qualidade da água do rio Taquari-Mirim.

O rio Verde, conforme mostra a Figura 60, também apresentou a mesma dependência da climatologia da bacia, com o ponto RV2008 apresentando sempre a menor qualidade da água durante todos os meses do ano. Verifica-se que há falhas de dados nos meses de janeiro e abril, porém estas não comprometeram as inferências sobre a qualidade das águas durante o período monitorado. A menor qualidade das águas do ponto RV2008 está associada ao aporte de esgotos e águas da drenagem pluvial da idade de Rio Verde de Mato Grosso e de águas residuárias de frigoríficos situados a montante do ponto de coleta.

A Figura 61 mostra que a variabilidade anual da qualidade das águas do rio Verde no ponto RV2008 apresentou declínio a partir de 2000 até 2003, quando então volta a recuperar a qualidade. No entanto, em todos os anos monitorados, esse ponto apresentou a menor qualidade em relação ao ponto RV2020. A falha de monitoramento no ano de 1995 prejudicou a análise da qualidade da água, mas possivelmente neste ano também o rio Verde apresentaria uma qualidade menor.

A Figura 62 mostra a variabilidade da qualidade das águas do rio Verde, mensal e anual, durante o período monitorado. Na Figura 62 percebe-se a perda da qualidade da água no ponto RV2008 a partir de junho de 2000. Já o ponto RV2020 apresentou um valor anômalo do IQA em novembro de 1996. No entanto, esse valor não foi excluído da série, pois pode ter ocorrido por causa das chuvas que ocorrem nesse período.

A tendência da qualidade nos dois pontos é de piora, com valor mais acentuado para o ponto RV2008. De acordo com levantamentos nas fichas de campo de cada um desses pontos de coleta evidenciou-se que aumentou a área desmatada na região, houve diminuição do volume de água e o aporte de esgoto da cidade

de Rio Verde de Mato Grosso. Todas são fontes de poluição das águas, provocando o decréscimo da qualidade ao longo do tempo.

O rio Paraguai monitorado no perímetro urbano da cidade de Corumbá, conforme mostra a Figura 63, apresentou qualidade variável ao longo dos doze meses do ano. A menor qualidade ocorre entre os meses de fevereiro e maio. Este é o período onde ocorre o fenômeno regionalmente conhecido como “dequada”, o rio Paraguai apresenta o pico de inundação e a concentração de OD sofre a maior depleção, chegando a uma concentração próxima a zero.

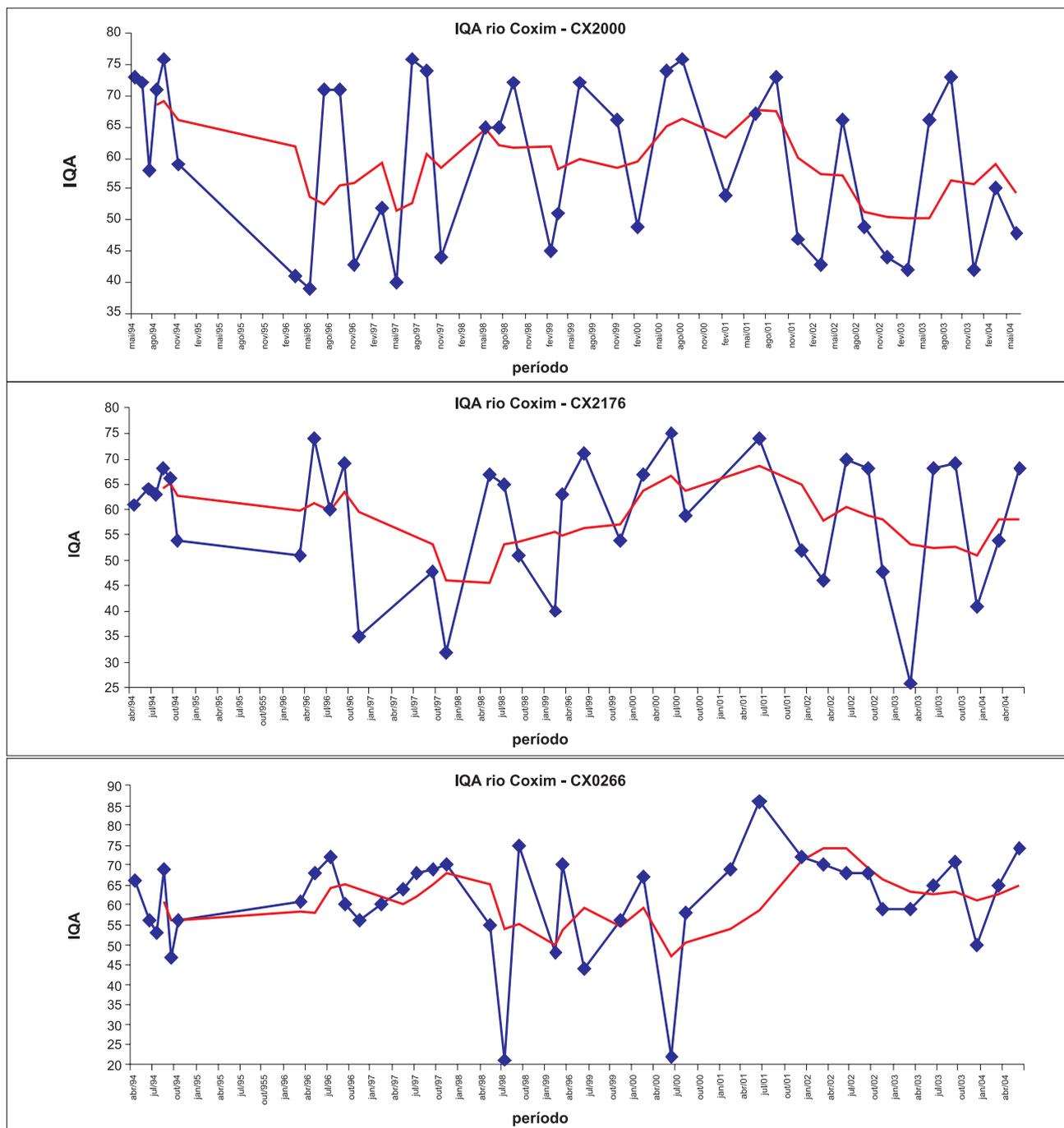


FIGURA 56 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Coxim e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

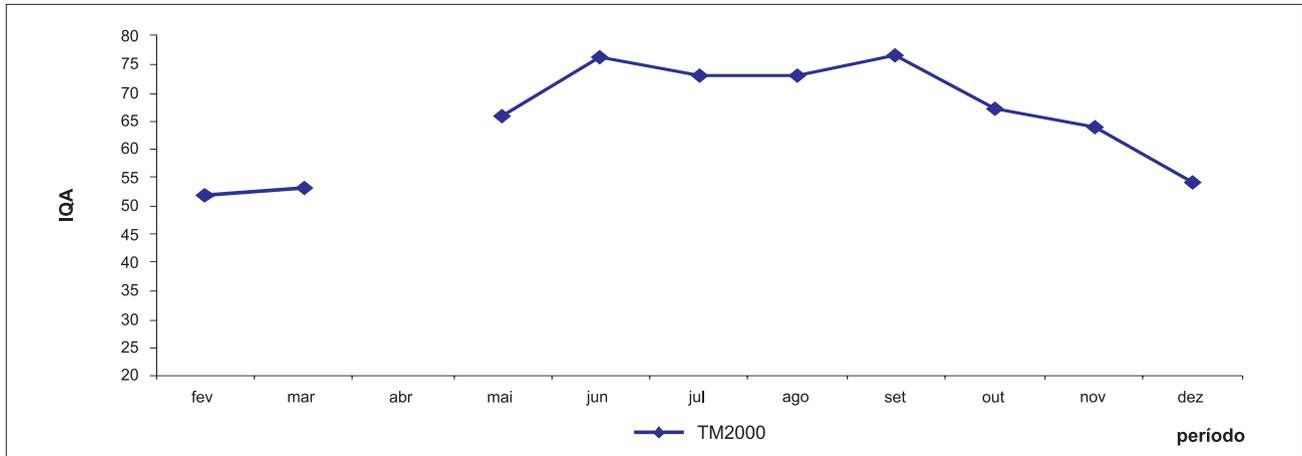


FIGURA 57 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Taquari-Mirim, baseada no IQA médio, 1994-2004.

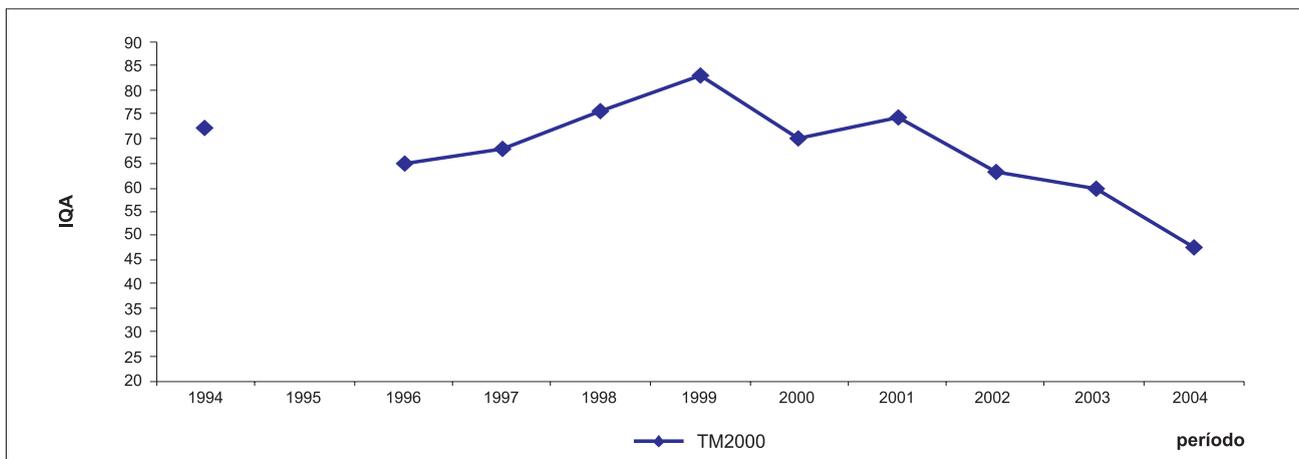


FIGURA 58 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Taquari-Mirim, baseada no IQA médio, 1994-2004.

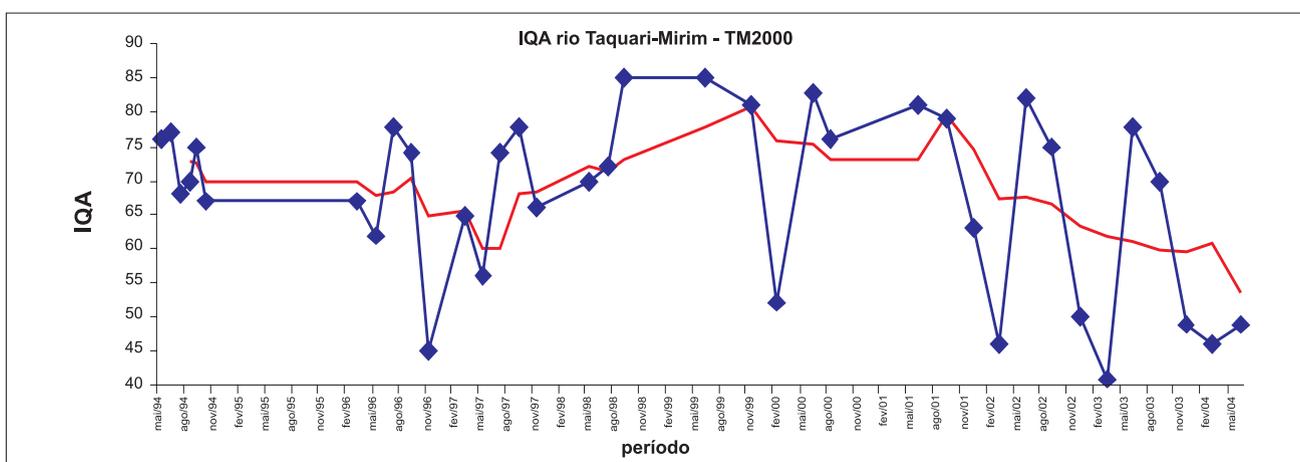


FIGURA 59 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Taquari-Mirim e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

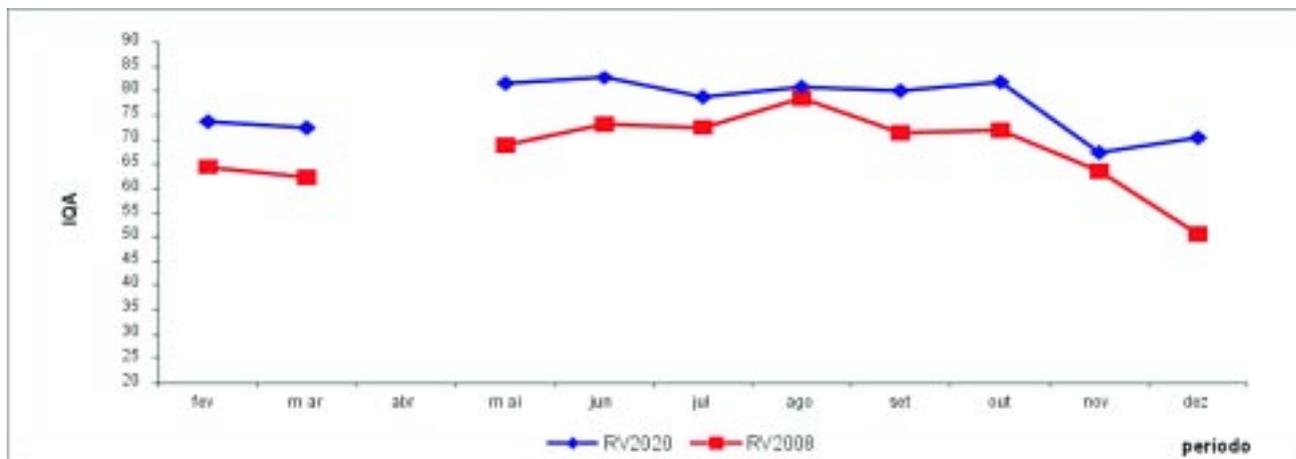


FIGURA 60 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Verde, baseada no IQA médio, 1994-2004.

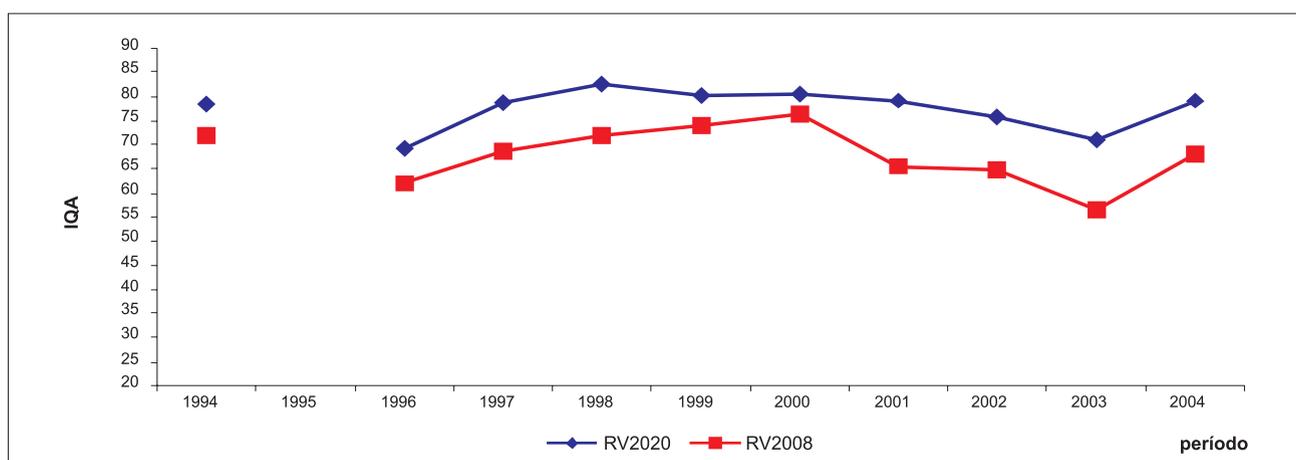


FIGURA 61 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Verde, baseada no IQA médio, 1994-2004

O pico de cheia provoca alterações limnológicas em toda a extensão do rio Paraguai, daí a necessidade de estudos mais detalhados para investigar tais alterações, que inclusive, provocam a mortandade de peixes e outros organismos aquáticos aeróbios.

A pouca variabilidade da qualidade no ponto PA2077 pode estar associada à escassa série de dados, pois o monitoramento iniciou no ano 2000, conforme o Quadro 1. Porém analisando a série de dados percebe-se que nos meses de fevereiro a maio houve poucas amostragens, refletindo na diferença entre os três pontos da Figura 63.

A Figura 64 mostra a variação espacial longitudinal anual da qualidade da água do rio Paraguai, onde se constata que o ponto a montante da cidade de Corumbá (PA2076) apresentou sempre a melhor qualidade. Este fato está associado ao aporte das águas do canal do Tamengo, com menor qualidade, e o aporte de esgoto doméstico das cidades de Corumbá e Ladário. Percebe-se ainda um leve declínio na qualidade das águas ao longo do período monitorado.

A Figura 65 mostra um leve declínio da qualidade da água do rio Paraguai de montante para jusante. Esse fato está associado à entrada das águas do canal do Tamengo, geralmente com menor qualidade, e o aporte do esgoto sanitário das cidades de Corumbá e Ladário, associado ainda aos fatores naturais causados pelas cheias periódicas do rio Paraguai.

A Figura 66 mostra variabilidade das águas do rio Paraguai ao longo de todo o período monitorado e ao longo do trecho do rio. É evidente a grande variabilidade da qualidade da água, com os menores valores ocorrendo nos meses de fevereiro a março. A tendência da qualidade nos três pontos monitorados mostra um sensível declínio ao longo do tempo, principalmente a partir do ano 2000.

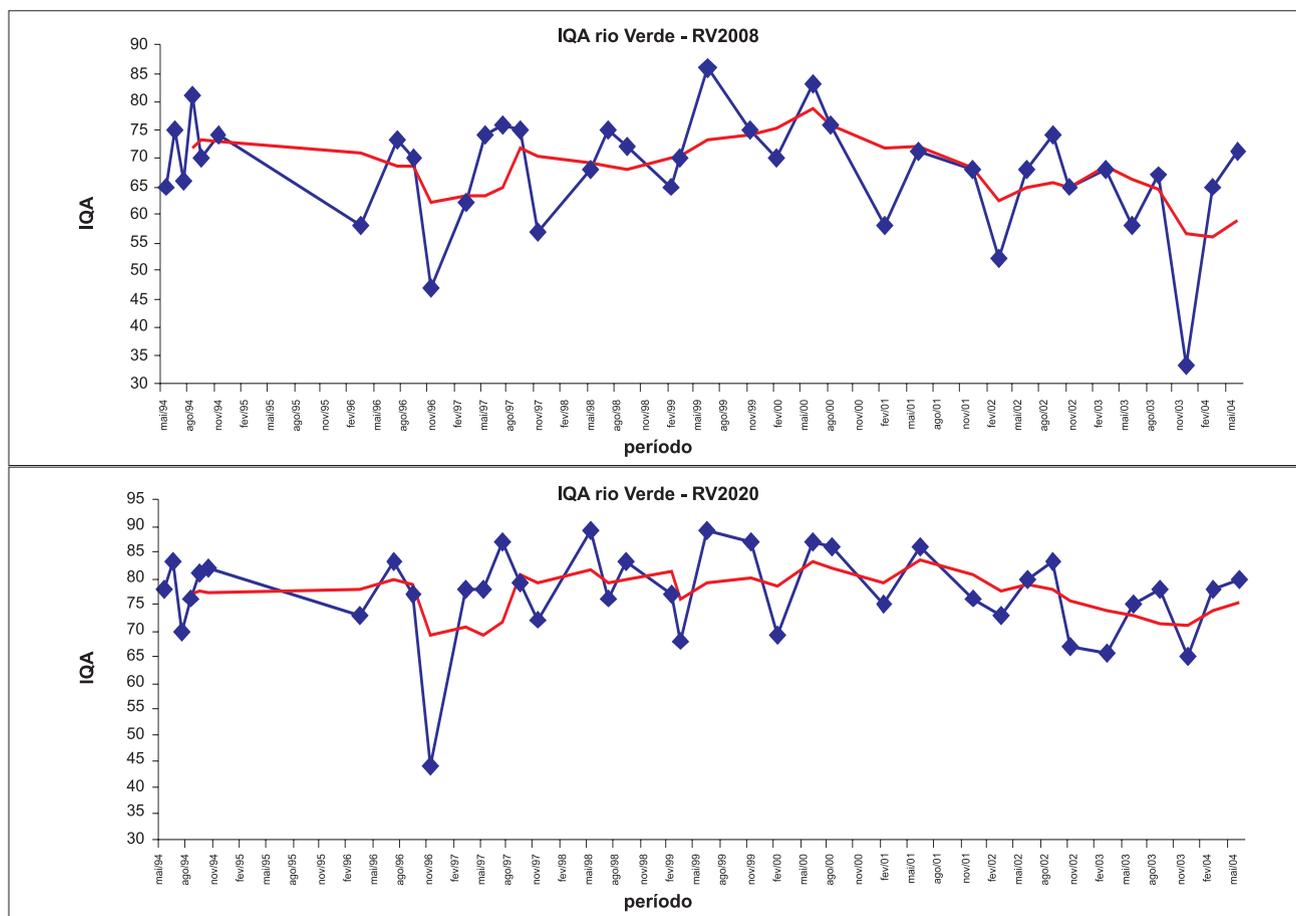


FIGURA 62 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Verde e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

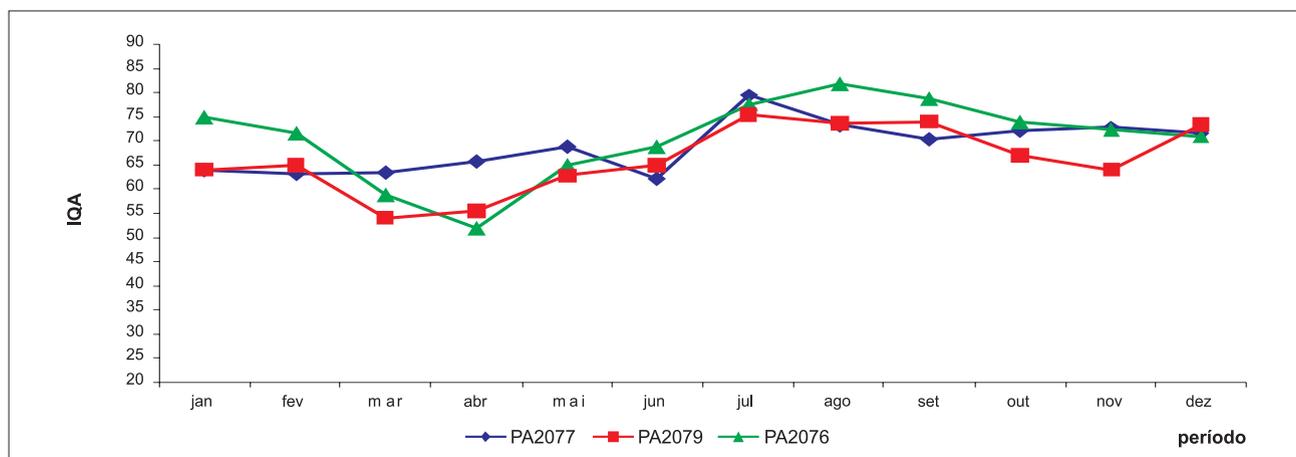
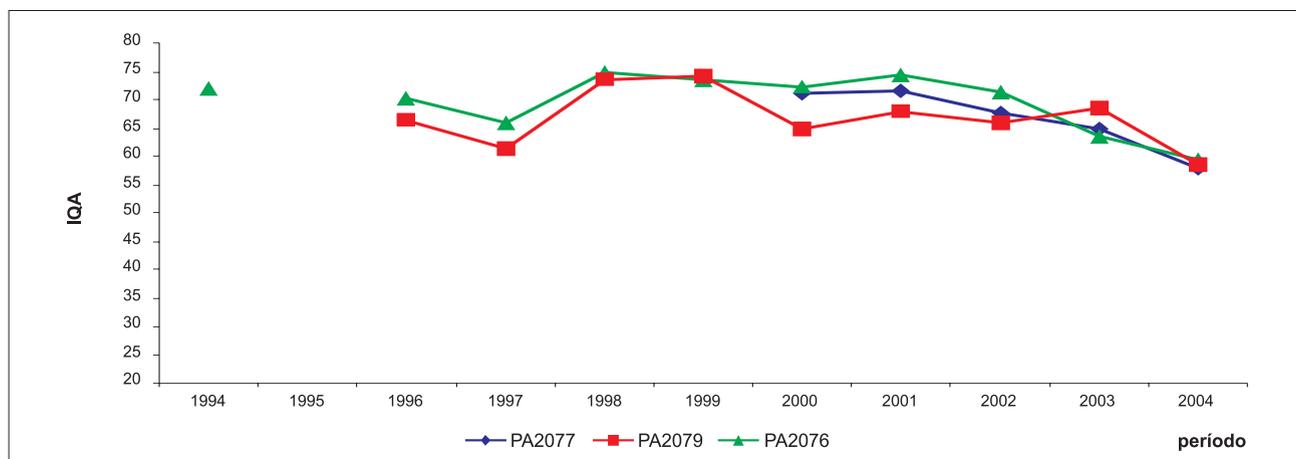
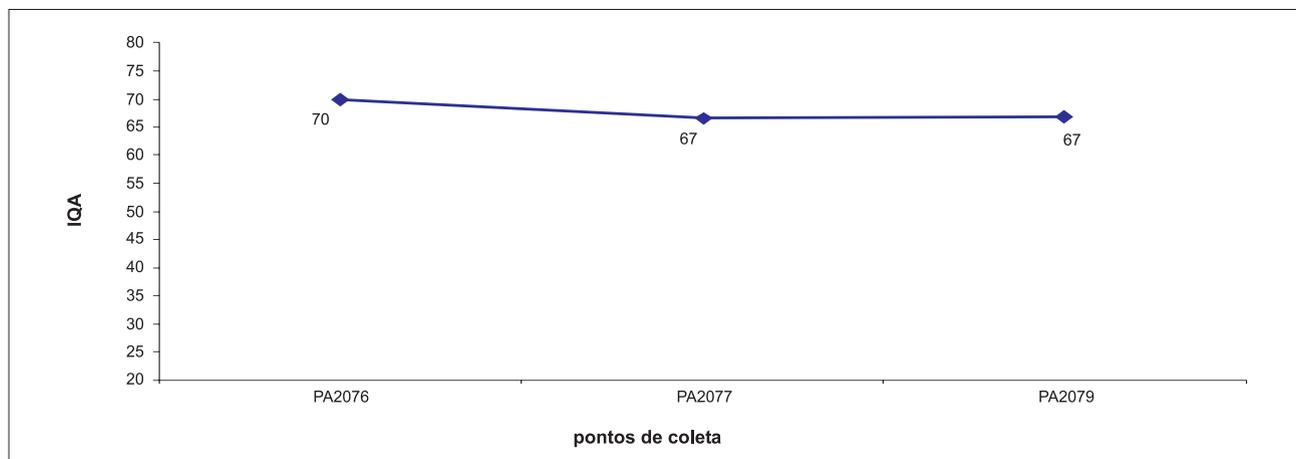


FIGURA 63 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Paraguai baseada no IQA médio, 1994-2004.



**FIGURA 64 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no IQA médio, 1994-2004.**



**FIGURA 65 – Variação espacial longitudinal da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no IQA médio, 1994-2004.**

O canal do Tamengo apresentou qualidade sempre boa, conforme Figura 67. Salienta-se que o monitoramento da qualidade da água deste canal iniciou em 2000, portanto, possuindo uma série muito curta de dados.

A Figura 68, mostra a variabilidade da qualidade das águas ao longo do período monitorado. A Figura 68 mostra que desde o início do monitoramento em 2000 esse ponto vem perdendo qualidade. Esta menor qualidade reflete na qualidade das águas do rio Paraguai.

A Figura 69 evidencia a perda da qualidade ao longo do período monitorado e as oscilações ocorridas na qualidade da água. As águas em alguns períodos foram qualificadas como aceitável. A tendência da qualidade é de piora, podendo interferir diretamente na qualidade da água do rio Paraguai e na captação de água para abastecimento público da cidade de Corumbá e Ladário.

Em parte da bacia do rio Taquari na divisa com o Estado de Mato Grosso, em função da distância e da dificuldade de acesso, foram monitoradas somente as variáveis que podiam ser feitas em campo.

Desta forma, a Figura 70 mostra a variação média mensal da qualidade da água do rio Paraguai, na região do Amolar. A Figura 70 mostra que durante todo o período monitorado não houve medição nos meses de agosto

a outubro e de janeiro a fevereiro. A avaliação da qualidade ficou totalmente prejudicada. Com a série de dados, nos meses medidos, a menor qualidade foi observada no mês de março. No entanto, pela dinâmica da cheia no Pantanal, pode-se inferir que existe grande probabilidade da menor qualidade da água também ocorrer nos meses de janeiro e fevereiro.

A Figura 71 evidencia que há variações ao longo dos anos na qualidade da água, com um declínio acentuado na qualidade da água a partir do ano 2001. A Figura 71 também mostra a interrupção do monitoramento no ano 1998.

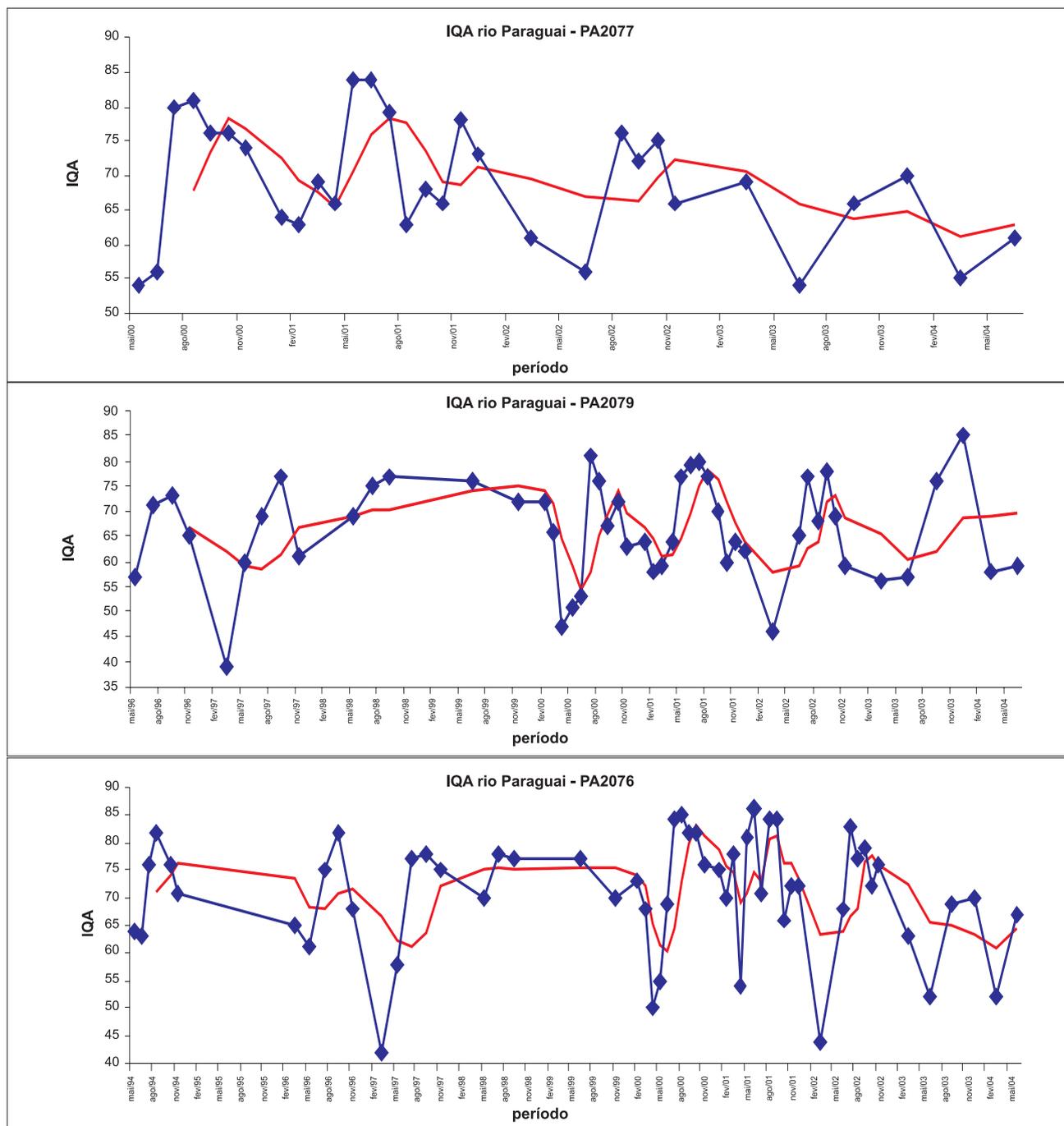


FIGURA 66 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Paraguai e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

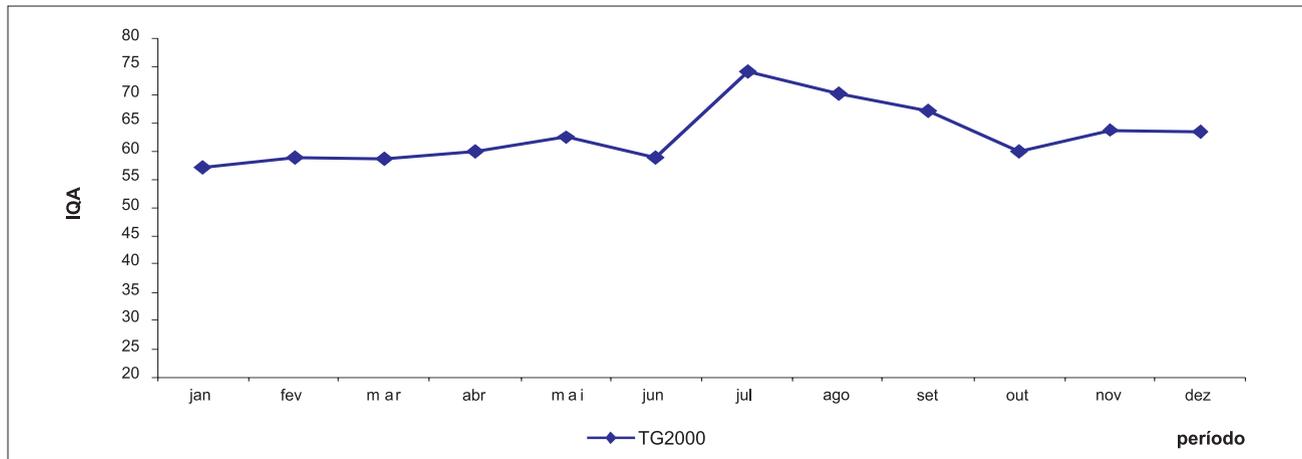


FIGURA 67 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do canal do Tamengo baseada no IQA médio, 2000-2004.

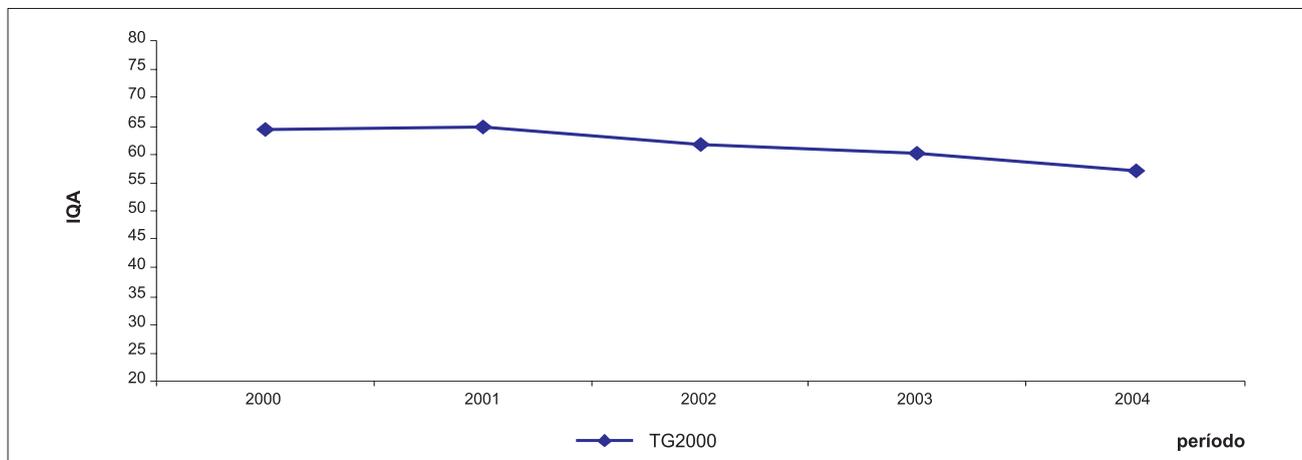


FIGURA 68 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do canal do Tamengo, baseada no IQA médio, 2000-2004.

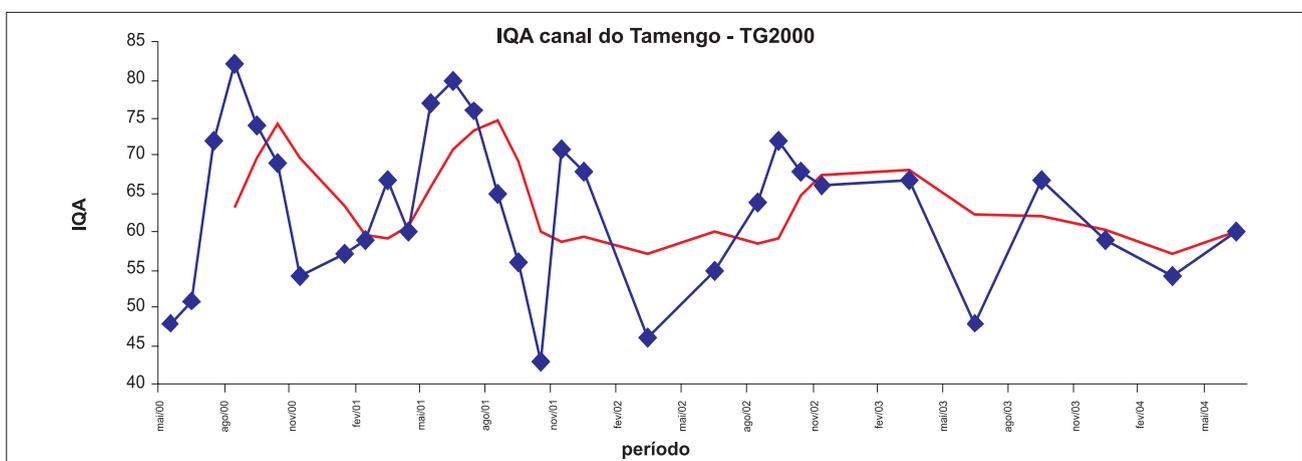


FIGURA 69 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do canal do Tamengo e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

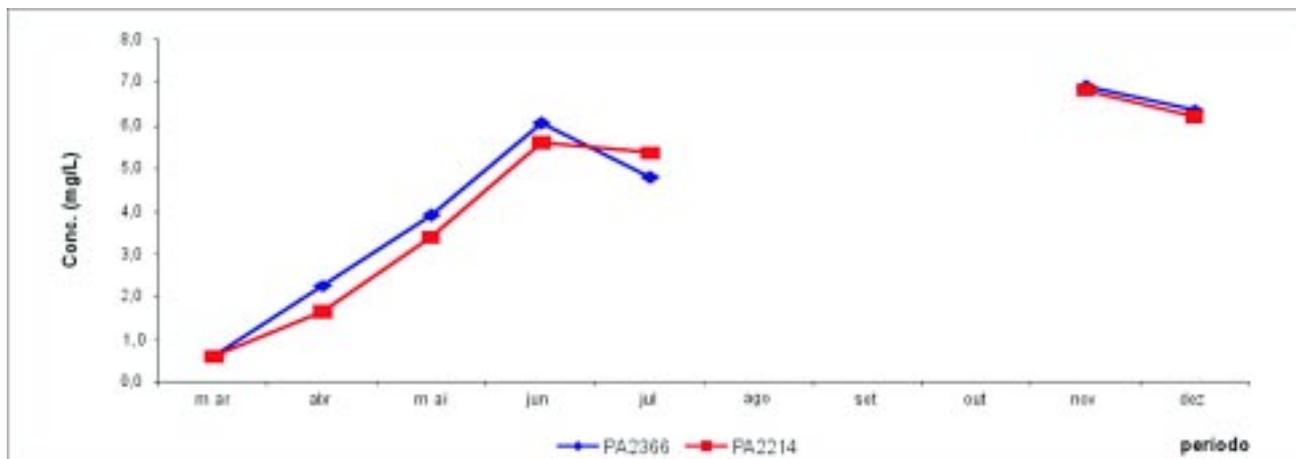


FIGURA 70 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no OD médio, 1997-2004

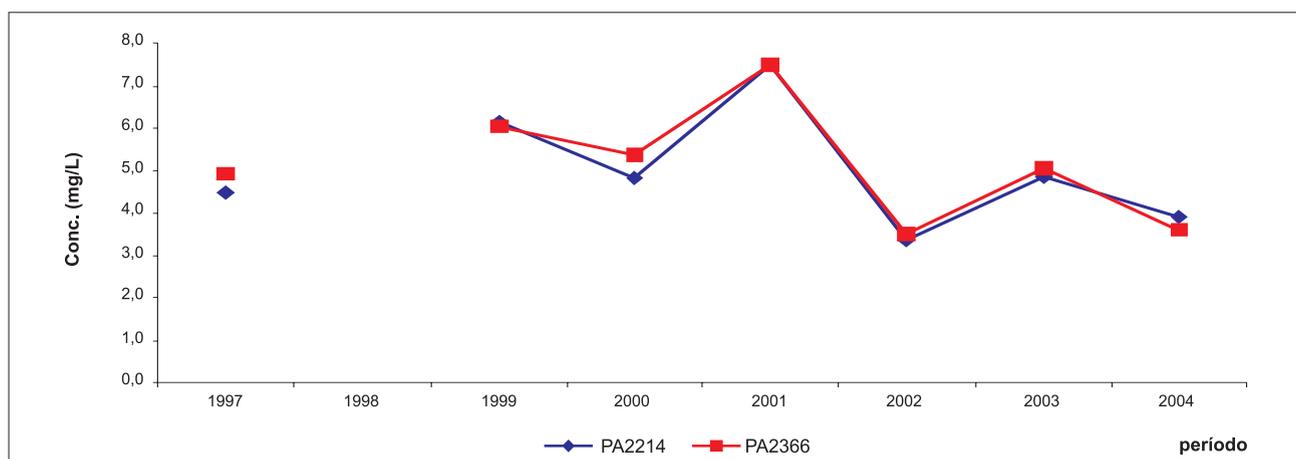


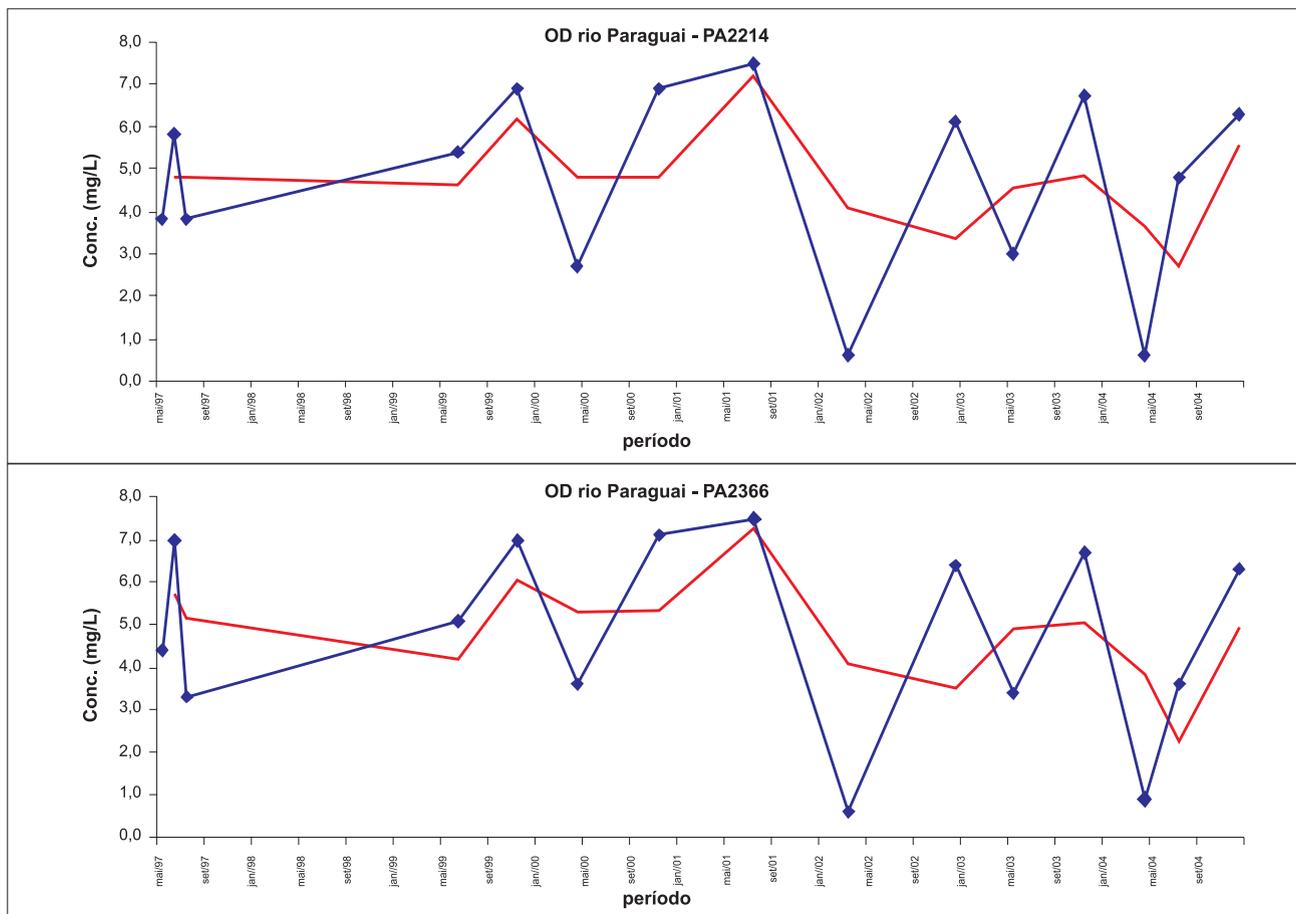
FIGURA 71 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Paraguai, baseada no OD médio, 1997-2004

A Figura 72 confirma a perda da qualidade a partir de 2001, com grandes oscilações ao longo do período monitorado, evidenciando a diferença da qualidade no período de cheias no Pantanal e de seca. A tendência nos dois pontos é de piora da qualidade ao longo dos anos.

A Figura 73 mostra a variabilidade média do rio Itiquira ao longo dos meses do ano. Na Figura 73 é evidente a falta de dados nos meses de agosto a outubro e nos meses de janeiro e fevereiro. O menor valor médio do OD ocorreu no mês de março. No entanto, há de se salientar que a falta de dados nos meses de janeiro e fevereiro prejudica sensivelmente a avaliação da qualidade da água, pois as cheias que ocorrem nessa época têm influência direta na qualidade, quando provocam a depleção do OD para níveis próximos a zero.

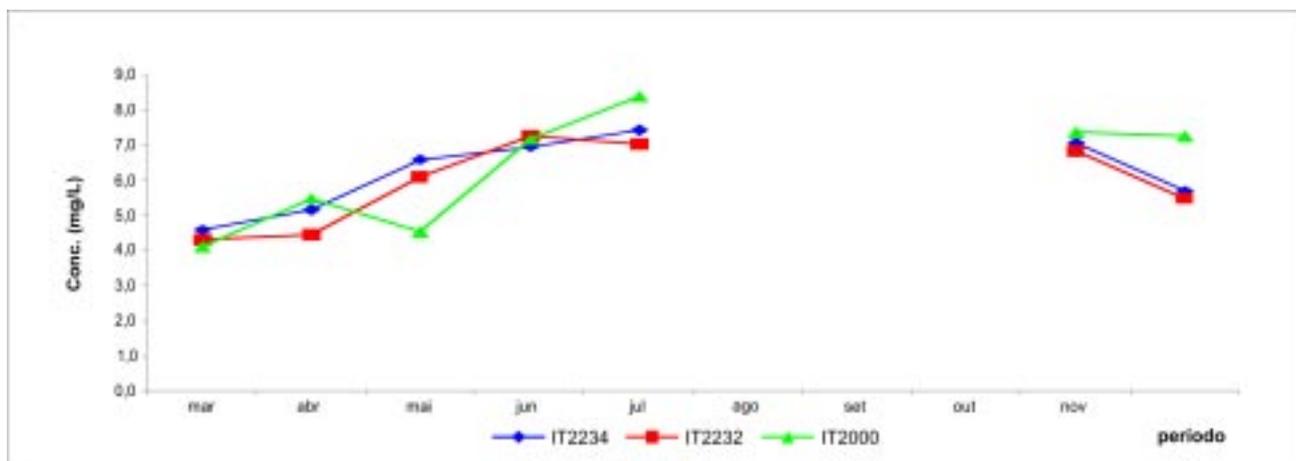
A Figura 74 mostra a variação anual da qualidade da água do rio Itiquira, baseado no OD médio. Constatase que não há uma definição clara da qualidade da água ao longo do período monitorado, apresentando oscilações para maior e para menor, alternadamente, entre os anos.

A Figura 75 evidencia com mais clareza a variabilidade da qualidade da água do rio Itiquira ao longo do período monitorado e da extensão do rio. A pouca disponibilidade de dados prejudica uma avaliação mais efetiva da qualidade. A tendência da qualidade da água desse rio também ficou indefinida em função dos poucos dados existentes.



**FIGURA 72 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Paraguai e a tendência da qualidade baseada na média móvel**

Em função da variabilidade da qualidade da água ao longo do rio Itiquira e do período, há necessidade de melhorar a freqüência das coletas e a manutenção do monitoramento durante os anos subseqüentes bem como a introdução de novos indicadores ambientais que poderão ser medidos por meio de equipamentos portáteis, visando à obtenção de dados mais confiáveis para a avaliação da qualidade da água e sua tendência.



**FIGURA 73 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Itiquira baseada no OD médio, 1997-2004.**

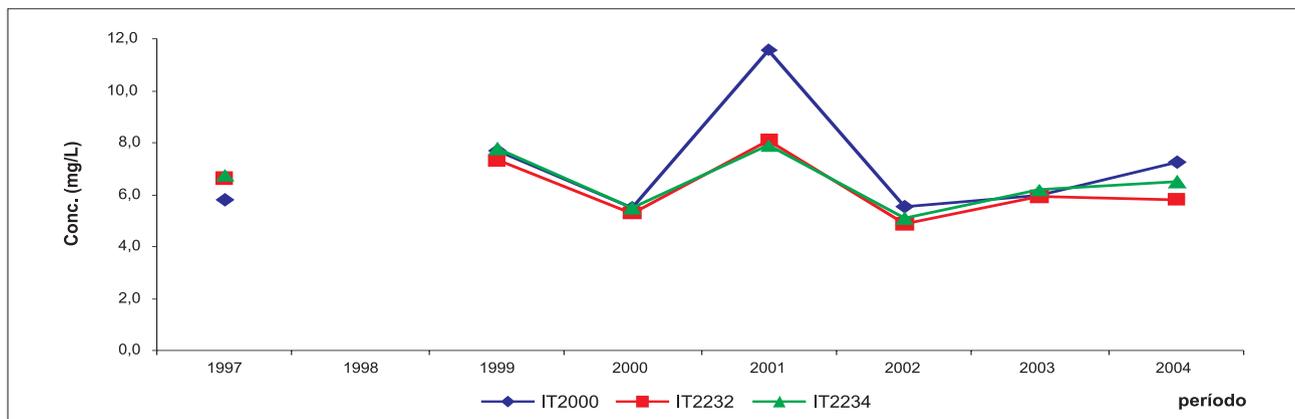


FIGURA 74 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Itiquira, baseada no OD médio, 1997-2004.

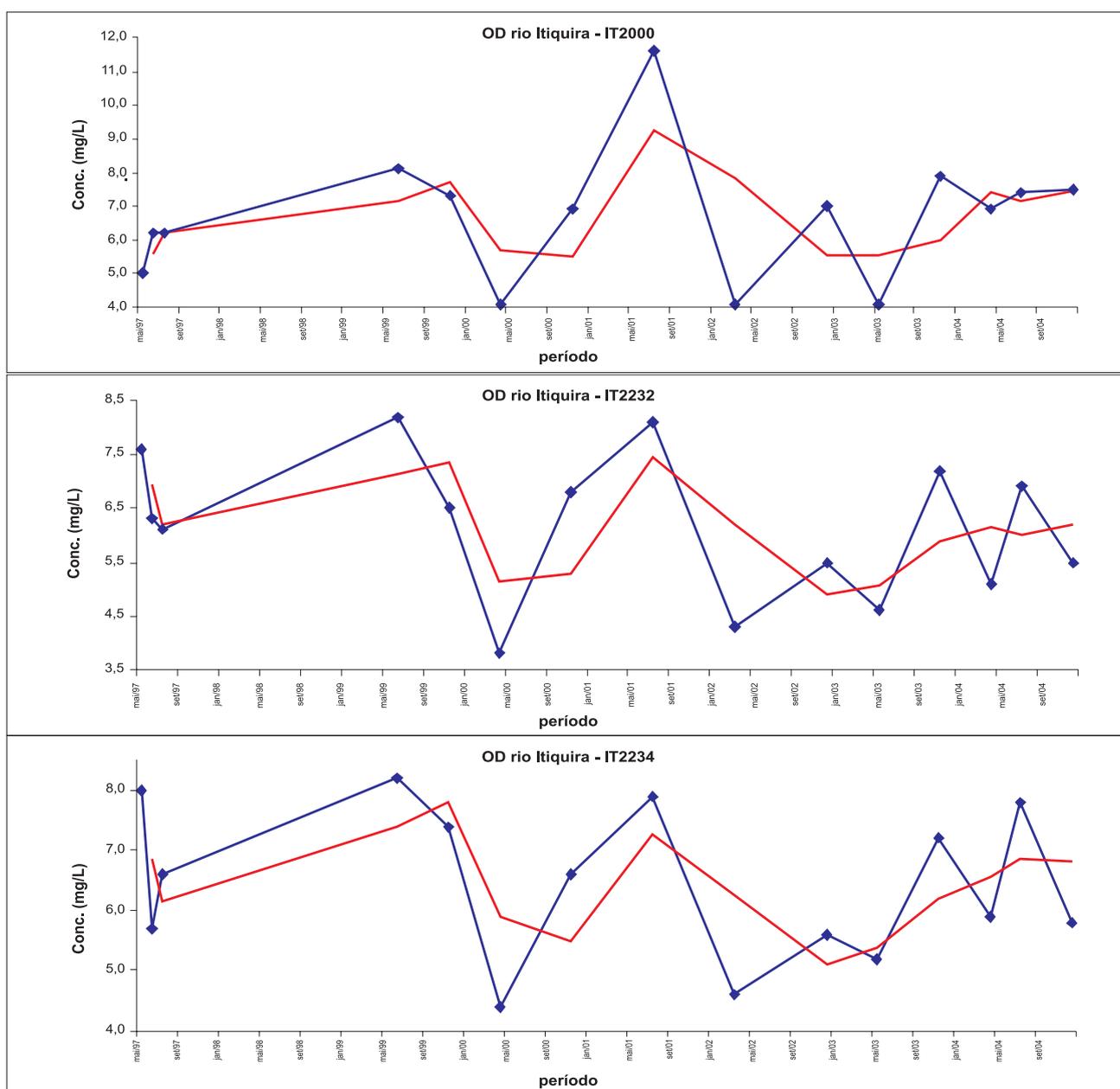


FIGURA 75 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Itiquira e a tendência da qualidade baseada na média móvel.

A Figura 76 mostra a variabilidade mensal da qualidade das água do rio Cuiabá, com dados médios do OD. A Figura 76 mostra a ausência de dados nos meses de agosto a outubro e de janeiro e fevereiro. No entanto, é possível observar que o ponto CB2158 foi o que apresentou a menor qualidade entre os três pontos da figura. Como esse rio vem do Estado de Mato Grosso, não há como identificar as causas da baixa qualidade. Os menores valores da qualidade foram observados nos meses de março a maio, principalmente no ponto CB2158.

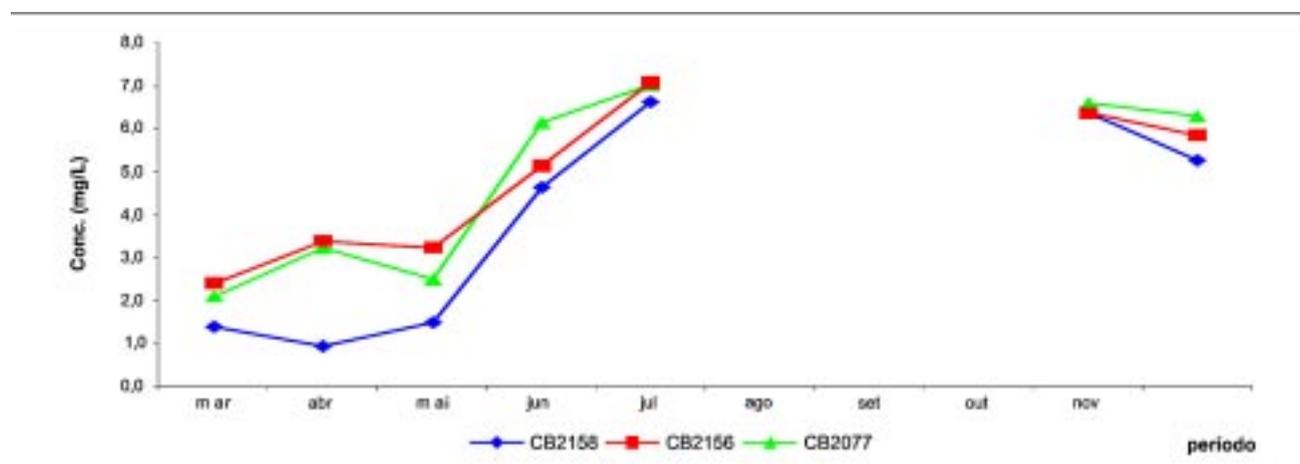


FIGURA 76 – Variação espacial longitudinal e temporal mensal da qualidade da água do rio Cuiabá baseada no OD médio, 1997-2004.

A Figura 77 apresenta a variabilidade anual da qualidade das águas do rio Cuiabá, onde se constata que a concentração do OD médio variou em torno de 3 mg/L, portanto, abaixo do padrão de qualidade estabelecido para águas de classe 2, que é igual a 5 mg/L. Os anos de 1997, 2000 e 2002 foram os que apresentaram a menor qualidade durante todo o período monitorado.

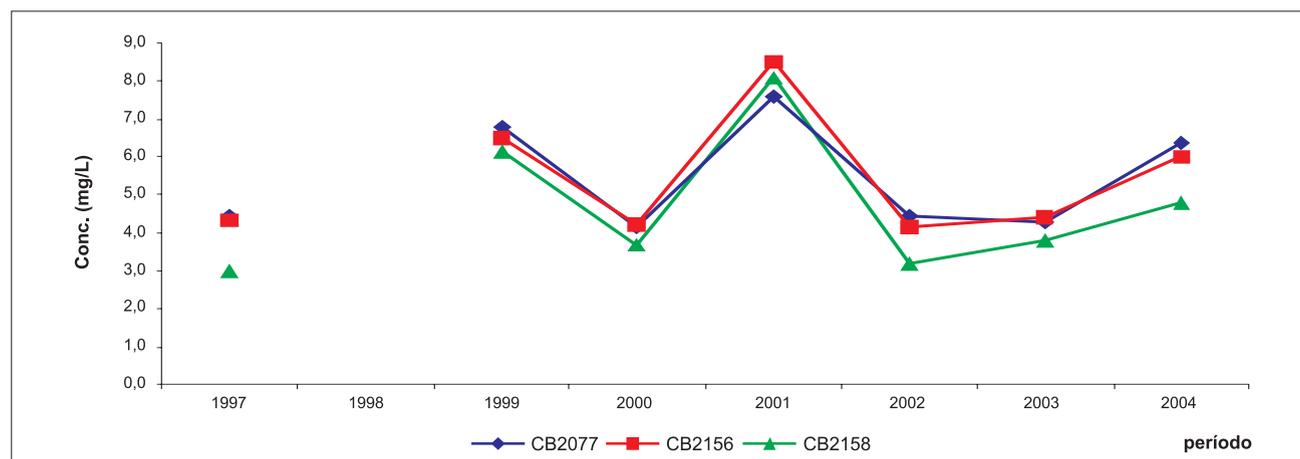
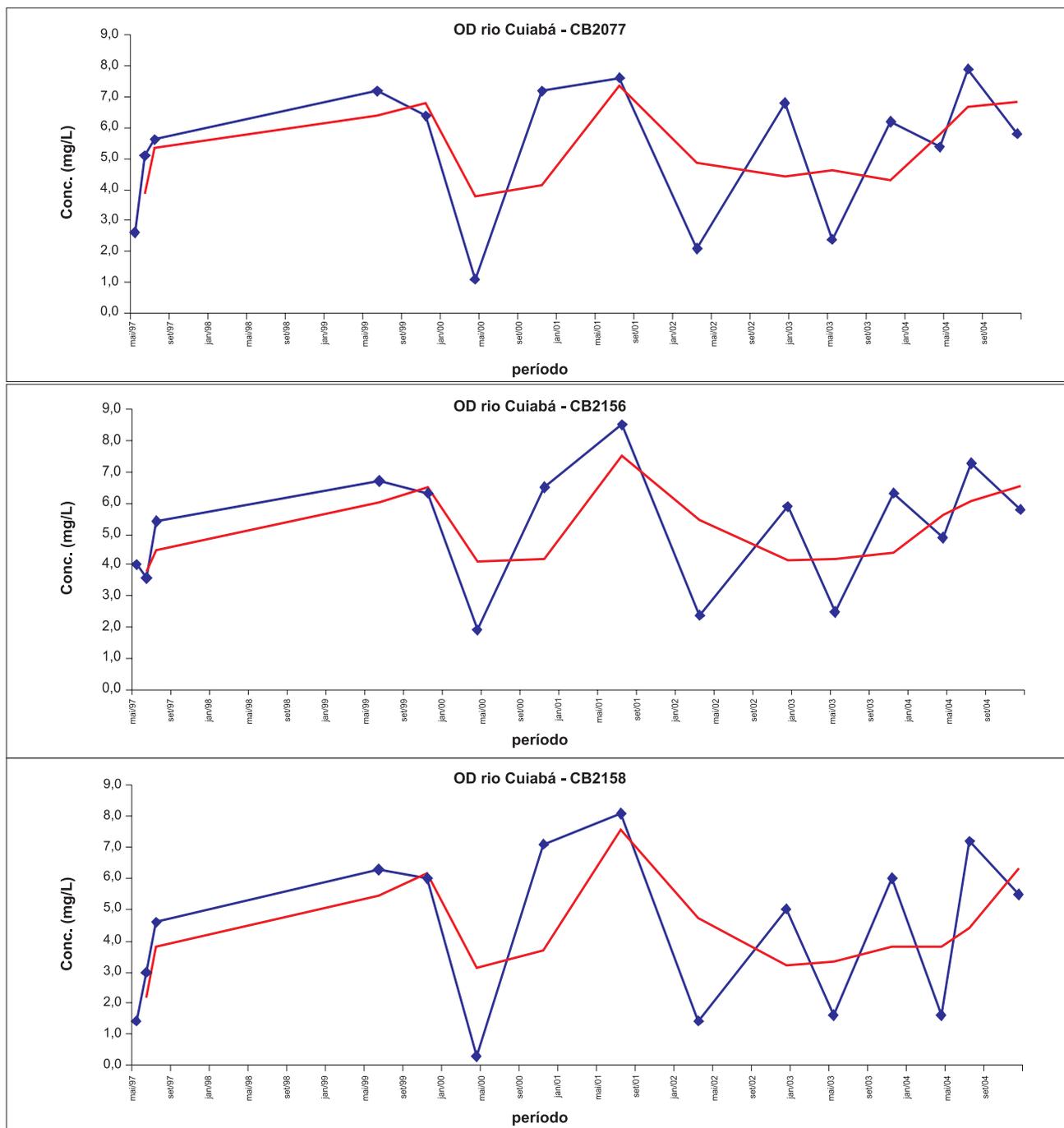


FIGURA 77 – Variação espacial longitudinal e temporal anual da qualidade da água do rio Cuiabá, baseada no OD médio, 1997-2004.

A Figura 78 evidencia a variação da qualidade da água durante todo o período monitorado, com dados medidos *in loco*, em todos os pontos monitorados. A Figura 78 mostra a grande oscilação da qualidade ao longo do período monitorado, com as mínimas sempre ocorrendo entre março e abril, em todos os pontos. Um ponto positivo é que a tendência da qualidade da água é de melhora em todos os pontos.

Diante das considerações apresentadas, é necessária uma integração maior entre os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul no tocante ao monitoramento da qualidade da água, para melhor entendimento das variações que ocorrem na qualidade da água na divisa entre os dois Estados. É necessário ainda aumentar a frequência de coleta, abrangendo todos os meses do ano e todos os pontos de coleta.



**FIGURA 78 – Variação temporal e espacial longitudinal da qualidade da água do rio Cuiabá e a tendência da qualidade baseada na média móvel.**

## II. REQUISITOS PARA O APRIMORAMENTO DA REDE

Os corpos d'água são sistemas complexos que fazem o escoamento natural das áreas de drenagens adjacentes, formando as bacias hídricas. Sua complexidade deve-se ao uso e ocupação das terras, às características geológicas, tamanho e formas das bacias de drenagem, além das condições climáticas locais. Assim, cada sistema hídrico possui características que lhe conferem singularidade.

Por outro lado, o uso de índices de qualidade de água é uma forma de acompanhar, por meio de informações resumidas, constituídas por indicadores, isto é, o emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na bacia, sejam estas de origem antrópica ou naturais, a possível deterioração dos recursos hídricos na bacia hidrográfica ou ao longo do tempo.

Considerando-se as peculiaridades de cada sistema hídrico, é necessário o estabelecimento de uma série de variáveis que se possam prestar como indicadores de cada sistema hídrico e que reflitam tais peculiaridades. Ou seja, é imprescindível a seleção de índices de qualidade de água que, resumida e objetivamente, possa informar sobre as alterações existentes, em especial aquelas oriundas das intervenções humanas (COUILLARD; LEFEBVRE, 1985).

Portanto, para estabelecer um sistema de monitoramento, é necessária a utilização de métodos simples e que dêem informações objetivas e interpretáveis, partindo para critérios próprios que considerem as características peculiares dos recursos hídricos (PINEDA; SCHÄFER, 1987).

Vários índices de qualidade de água têm sido usados, sendo o mais empregado o IQA desenvolvido pela *National Sanitation Foundation*, em países como os Estados Unidos e a Inglaterra, além do Brasil, e que também tem sido, conforme sua versão adaptada pela CETESB, também empregado pela Rede de Monitoramento da Qualidade de Água da BAP/MS.

Outros índices foram desenvolvidos baseados não só em características físico-químicas da água, como também em características biológicas, entendendo que para se avaliar a qualidade ambiental como um todo, é preciso obter informações que estejam integradas entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento do ecossistema. A avaliação de um ecossistema possui parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Assim, os métodos laboratoriais físico-químicos podem não ser suficientes para uma abordagem completa da qualidade da água, constituindo este no grande desafio a ser resolvido para o aprimoramento da Rede, em vista de seus objetivos e das peculiaridades da BAP/MS.

O objetivo desta parte do presente Relatório é justamente colocar em discussão a pertinência da introdução de novos índices que propiciem de forma regular a integração de variáveis biológicas às físico-químicas que vêm sendo analisadas nesses dez anos de operação da Rede de Monitoramento da Qualidade de Água da BAPMS.

Com essa finalidade são discutidos a seguir alguns fatores e fenômenos, cuja consideração não pode faltar, pois são essenciais na configuração dos ecossistemas da BAP/MS, em especial do Pantanal, quais sejam o pulso de inundação, as disponibilidades hídricas e as principais fontes potenciais e efetivas de impacto antropogênico.

### 2.1 A IMPORTÂNCIA DO PULSO DE INUNDAÇÃO

A Região Hidrográfica do Paraguai nasce no Estado do Mato Grosso, seguindo na direção norte-sul até a confluência com o rio Apa, onde desempenha o papel de receptor de toda a drenagem de seu alto curso.

Nesse percurso encontram-se duas regiões fisiográficas: o Planalto e a Planície.

O Planalto é representado pela parte superior da bacia (acima de 200 metros de altitude), possuindo comportamento hidrológico semelhante ao da maior parte das bacias brasileiras: precipitações da ordem de 1.500 mm ou mais, escoamento com respostas de algumas horas ou poucos dias e coeficiente de escoamento da ordem de 30% a 50%.

O Pantanal constitui a parte inferior da bacia (abaixo de 200 metros), representando uma área de drenagem de 138.000 km<sup>2</sup>, com baixa capacidade de escoamento e sujeita, na sua quase totalidade, à inundação. Essa região possui características singulares de comportamento hidrológico.

A precipitação média anual na Região Hidrográfica do Paraguai é de 1.398 mm, variando entre 800 mm e 1.600 mm, sendo os maiores valores observados nas áreas de planalto. O período chuvoso ocorre entre outubro e abril, por causa dos ventos de quadrante norte da massa equatorial continental. A distribuição do índice de pluviosidade é demonstrada na Figura 79.

O escoamento ocorre do Planalto para o Pantanal, onde os rios, ao aí entrarem, sofrem uma drástica redução de velocidade decorrente da brusca mudança de declividade da linha de água, provocada por dois grandes estrangulamentos no rio Paraguai (na vizinhança do posto São Francisco a montante de Corumbá e próximo a Fecho dos Morros). Associado a esse fenômeno, ocorrem a deposição de sedimentos, o assoreamento no leito e uma perda de poder erosivo que se traduzem por uma menor seção de rio.

Durante as enchentes, como as seções dos rios no Pantanal são menores, parte importante do volume extravasa para a planície, ocupando as depressões e formando uma paisagem de pequenos lagos que se interligam nas enchentes e represam a água quando os níveis baixam. Além do comportamento sazonal, o fenômeno das enchentes apresenta uma periodicidade plurianual, com alternância de períodos de seca e de cheia (CARVALHO, 1986; CADAVID GARCIA, 1984; GALDINO; CLARKE, 1995).

Quando o nível máximo anual em Ladário é igual ou superior a 4 metros, considera-se que existe cheia no Pantanal. Quando o nível varia de 4 m a 5 m, a cheia é pequena; de 5 m a 6 m, a cheia é normal; e acima de 6 m, é uma grande cheia. Em anos chuvosos, como aconteceu em 1988 (6,64 m, a maior marca histórica) e 1995 (6,56m, a terceira marca do século), o rio Paraguai, no Pantanal, expande seu leito por inundação que pode alcançar até 20 quilômetros de largura.

A profundidade da submersão de terras no Pantanal varia em média de 0,5 m a 1,5 m. A duração da submersão é bastante variável. Em algumas áreas, pode alcançar até seis meses. Cheias localizadas em Sub-Bacias não influem diretamente nas inundações do Pantanal.

A maior e mais duradoura submersão foi encontrada ao longo do rio Paraguai entre Porto Conceição e Porto Murtinho, da ordem de 1 m a 1,5 m, e permanência em torno de seis meses. Nos leques aluviais da depressão pantaneira, a submersão é da ordem de 0,5 m, com duração que varia bastante de um leque para outro, sendo de até 43 dias nos leques dos rios Aquidauana e Miranda, e de 19 dias, nos leques do rio Taquari. Na área do Pantanal que recebe as águas dos rios Negro e Taboco, a submersão chega a 1,2 m e dura em torno de 90 dias (ANA, 2004).

Esse ciclo anual de cheia e seca constitui o fenômeno ecológico mais importante da planície de inundação do rio Paraguai, pois controla sua estrutura e funcionamento, desempenhando um papel preponderante na ciclagem de nutrientes e disponibilidade de água, proporcionando, assim, um ambiente altamente produtivo para macrófitas aquáticas, algas, bactérias, protozoários, invertebrados e peixes (ALHO et al., 1988; BAYLEY, 1989; BONETTO et al., 1969). O pulso de inundação é, portanto, um dos principais fatores que regem a biodiversidade do Pantanal.

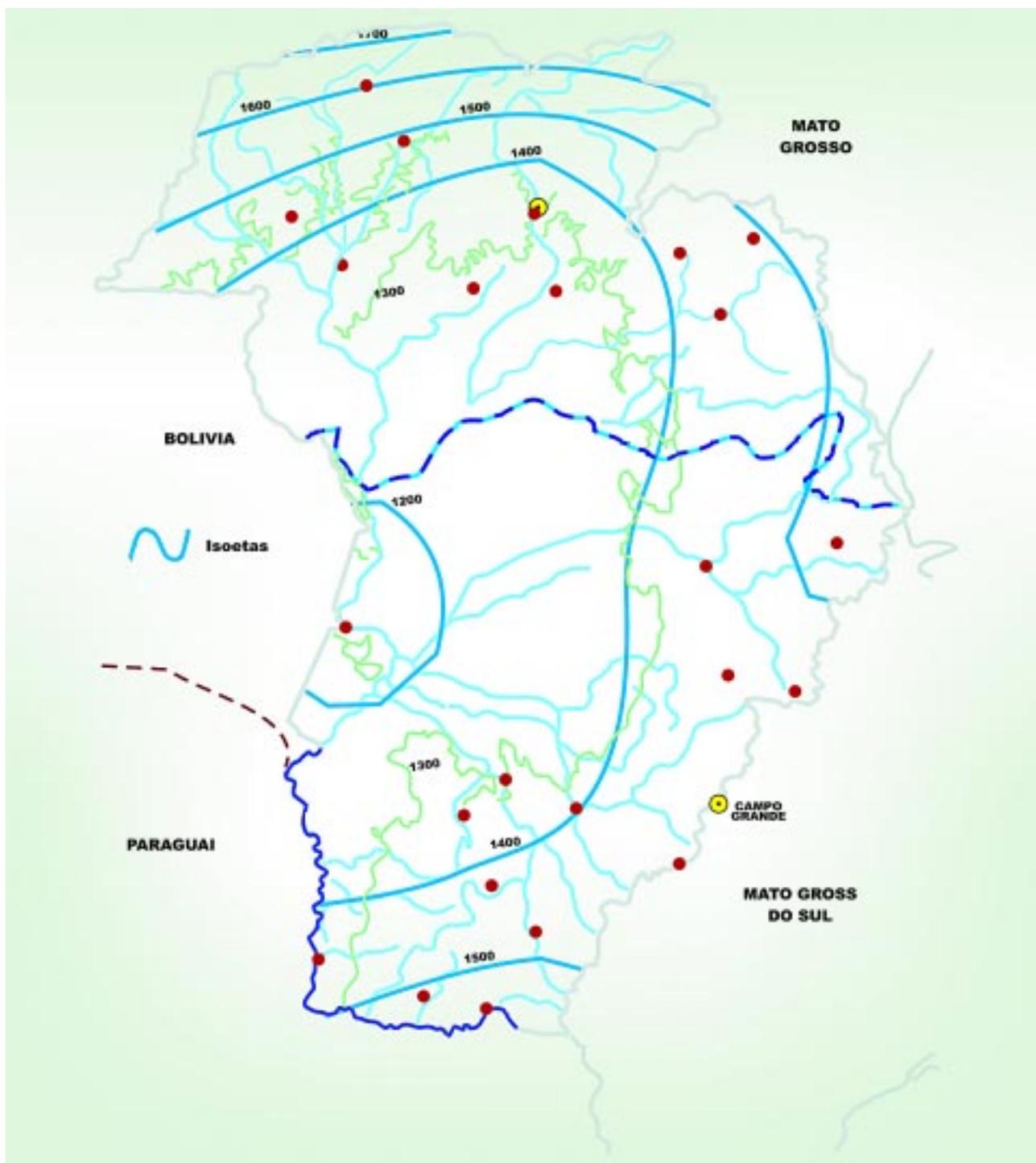


FIGURA 79 - Isoetas na Região Hidrográfica do Paraguai  
 Fonte: ANA, 2004

Está também relacionado com o fenômeno natural denominado regionalmente como “dequada”, resultante da decomposição da grande massa de matéria orgânica submersa no início do processo de inundação. De acordo com a magnitude, pode provocar massiva mortandade de peixes, em virtude da depleção de oxigênio e do aumento da concentração de gás carbônico, resultante do processo de oxidação da matéria orgânica, tanto nos campos inundados quanto na coluna d’água dos rios.

## 2.2 DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS

A Região Hidrográfica do Paraguai possui uma vazão média de 2.367,61 m<sup>3</sup>/s e uma vazão de permanência (95%) de 785,64 m<sup>3</sup>/s (33% da vazão média) (PNRH,2005).

A disponibilidade hídrica média de longo período no Planalto é da ordem de 20 l/s.km<sup>2</sup>. Os maiores valores encontram-se na parte superior da BAP/MS, diminuindo no sentido dos rios Taquari e Miranda para valores de até 15 l/s.km<sup>2</sup>. A variabilidade sazonal ocorre com período chuvoso entre outubro e março e estiagem no restante dos meses.

A precipitação média na área do Pantanal é da ordem de 1.180 mm, enquanto que evapotranspiração potencial é cerca de 1.370 mm. A vazão média de saída em Porto Esperança, para um período de 12 anos (1970-1981) foi de 2.165 m<sup>3</sup>/s, enquanto que o somatório de todos os contribuintes do Planalto em direção ao Pantanal resultou em 2.058 m<sup>3</sup>/s. Pode-se estimar uma vazão média do Pantanal de 107 m<sup>3</sup>/s, o que resulta uma vazão específica de apenas 0,9 l/s/km<sup>2</sup>, representando um coeficiente de escoamento de apenas 5%.

O escoamento através do Pantanal do rio Paraguai é muito lento em função da sua capacidade de armazenamento e baixa capacidade de escoamento. No Planalto, os rios apresentam as inundações com o período chuvoso durante outubro e março e recessão durante o mês de abril. Nos afluentes do rio Paraguai, no trecho entre o Planalto e a sua entrada no Paraguai, existem vários leques do Pantanal.

Durante o período chuvoso ocorre armazenamento do fluxo proveniente de montante. Neste momento, o rio Paraguai ainda se encontra com níveis baixos, pois ainda não foi atingido pelo fluxo de montante (defasagem de dois a três meses). O fluxo dos afluentes entra no Paraguai com maior facilidade já que o remanso é menor. Quando os tributários entram em recessão, as vazões de montante chegam e inundam a área ribeirinha, represando totalmente os afluentes. Portanto, próximo ao rio Paraguai existem áreas que ficam quase que permanentemente inundadas durante todo o ano.

Esses aspectos demonstram que o Pantanal funciona como um grande reservatório que retém a maior parte da água oriunda do Planalto e regulariza a vazão do rio Paraguai em até cinco meses entre as vazões de entrada e saída. Em Cáceres, a maior vazão média ocorre no mês de março, final do período chuvoso; em Porto São Francisco, em abril e maio; e em Porto Murtinho, é maior em junho e julho, completamente fora do período chuvoso.

Na Tabela 3 são apresentadas as vazões médias mensais e anuais das Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, demonstrando que as Sub-Bacias do Paraguai 2 ou Paraguai Pantanal e a do Alto Taquari são as que mais contribuem em termos gerais, seguidas pela vazão da bacia do Baixo Taquari.

O balanço hídrico simplificado, com a finalidade de estimar a evapotranspiração real média nas regiões hidrográficas, demonstra que a Região Hidrográfica do Paraguai é a que apresenta maiores valores de evapotranspiração (85% da precipitação), que supera a média de 80% da precipitação média, totalizando 1.193mm. No caso da Região Hidrográfica do Paraguai, a presença do Pantanal com grandes superfícies úmidas e alagadas, associadas a elevadas temperaturas, favorece essa evaporação (ANA, 2004).

A relação disponibilidade/demanda para a Região Hidrográfica do Paraguai apresenta uma relação em percentual de 2,41%, e, de acordo com a classificação estabelecida pela UNESCO (ANA, 2004), quando a situação da relação demanda de vazão de 95% de permanência fica abaixo de 5%, reflete uma condição excelente, com pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento e que considera a água um bem livre. Registra-se uma relação acima de 1.700 m<sup>3</sup>/hab./ano para toda a região hidrográfica, resultando em 39.574,99 m<sup>3</sup>/hab./ano por toda a região hidrográfica (ANA, 2004).

**TABELA 3 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo vazões médias e de permanência (95%) e percentual de participação no total da região.**

Sub-bacias	Vazão média (m <sup>3</sup> /s)	Participação do total (%)	Vazão permanência (95%)	Participação do total (%)
Paraguai 1	137,04	5,79	58,13	7,40
Paraguai 2	293,27	12,39	22,70	2,89
Itiquira	122,75	5,18	63,41	8,07
Taquari 1	246,00	10,39	118,30	15,06
Taquari 2	202,24	8,54	108,35	13,79
Negro	77,66	3,28	5,60	0,71
Aquidauana	81,98	3,46	25,63	3,26
Miranda	83,14	3,51	26,13	3,33
Nabileque	128,53	5,43	12,42	1,58
Apa	56,79	2,40	25,61	3,26
<b>Total</b>	<b>2367,61</b>	<b>60,37</b>	<b>785,64</b>	<b>59,35</b>

Fonte: Bases do PNRH, 2005

Em relação ao balanço de demanda por disponibilidade em porcentagem, os resultados demonstram que o indicador para a maioria das Sub-Bacias reflete situação excelente onde é considerado com pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento. A Sub-Bacia do Rio Miranda, que ultrapassa o limite dos 5%, apresenta situação que precisa ser melhor estudada.

A Sub-Bacia do Rio Negro, que, embora apresente valor acima de 10%, o que reflete situação preocupante, pode ser avaliada em função da sua condição de baixa vazão específica de permanência de 95%, provavelmente em função da intermitência do rio.

A Tabela 4 apresenta os resultados com os indicadores do balanço entre demanda e disponibilidade em porcentagem.

**TABELA 4 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo balanço da demanda por disponibilidade**

Sub-Bacias	Balanço demanda/disponibilidade vazão de permanência (%)
Paraguai 1	1,11
Paraguai 2	3,11
Itiquira	3,39
Taquari 1	1,19
Taquari 2	0,80
Negro	15,52
Aquidauana	5,52
Miranda	8,71
Nabileque	3,30
Apa	2,86
<b>Total</b>	<b>2,41</b>

Fonte: ANA (2004)

A Região Hidrográfica do Paraguai possui uma adução de água para uso consuntivo de 18,99 m<sup>3</sup>/s. Em Mato Grosso do Sul, as demandas por Sub-Bacia de Referência e por tipo de uso estão apresentadas na Tabela 5.

Os usos na Região Hidrográfica possuem maior demanda nas Sub-Bacias do Rio Miranda (2,28 m<sup>3</sup>/s) e Itiquira (2,16 m<sup>3</sup>/s), e as com menores consumos são as Sub-Bacias localizadas na área do Pantanal, com exceção do Apa.

Como mostra a Figura 80, das demandas de água na BAP em Mato Grosso do Sul, a de maior volume é para dessedentação animal (44%), seguida para o uso humano (31%), irrigação (23%) e industrial (3%).

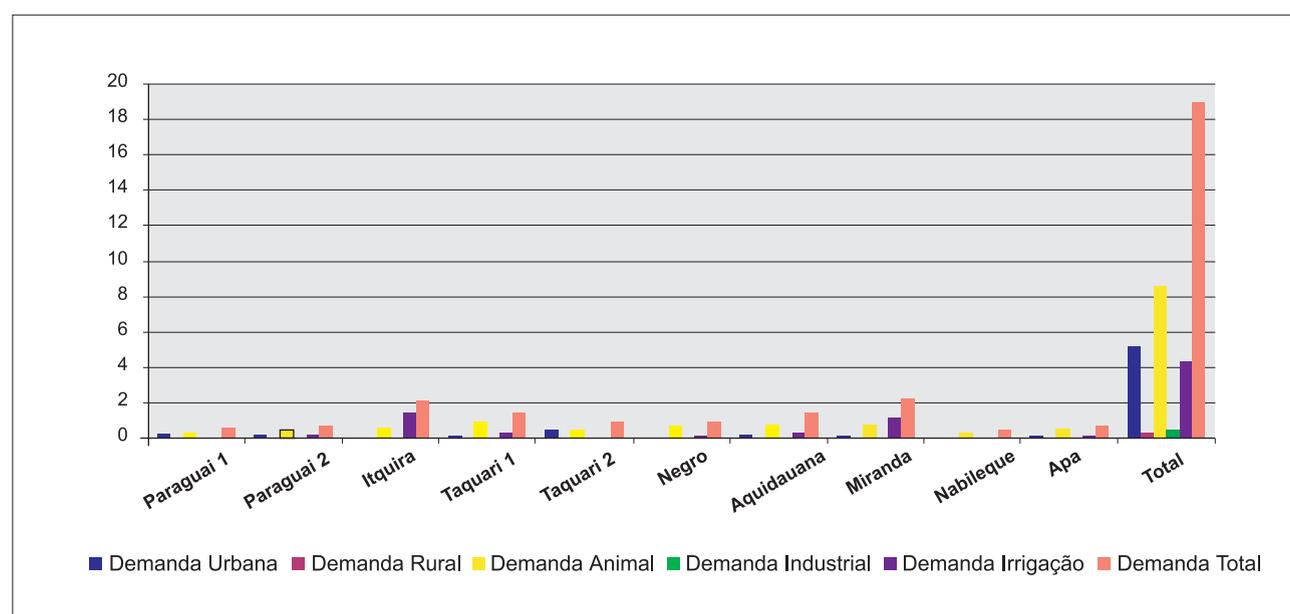
**TABELA 5 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo demanda (m³/s) de recursos hídricos por tipo de uso.**

Sub-Bacias	Demandas					
	Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total
Paraguai 1	0,23	0,02	0,34	0,02	0,04	0,65
Paraguai 2	0,06	0,02	0,41	0,00	0,22	0,71
Itiquira	0,02	0,02	0,66	0,01	1,44	2,16
Taquari 1	0,12	0,02	0,93	0,03	0,32	1,41
Taquari 2	0,41	0,01	0,41	0,03	0,02	0,87
Negro	0,01	0,02	0,76	0,00	0,08	0,87
Aquidauana	0,22	0,03	0,82	0,02	0,32	1,42
Miranda	0,19	0,03	0,83	0,02	1,21	2,28
Nabileque	0,00	0,01	0,39	0,00	0,01	0,41
Apa	0,11	0,01	0,56	0,00	0,05	0,73
<b>Total</b>	<b>5,27</b>	<b>0,34</b>	<b>8,60</b>	<b>0,48</b>	<b>4,30</b>	<b>18,99</b>

Fonte: ANA (2004)

A demanda para dessedentação animal é de 8,61 m³/s na BAP/MS e se distribui em quase todas as Sub-Bacias, com pouca diferença, sendo os maiores valores observados nas unidades hidrográficas dos rios Miranda e Taquari, enquanto a demanda urbana, com 5,27 m³/s na BAP/MS, é maior na Sub-Bacia do Taquari.

A demanda rural é de 0,34 m³/s na BAP/MS e se concentra nas unidades hidrográficas de Aquidauana e Miranda. A demanda industrial é de 0,48 m³/s, e estas em Mato Grosso do Sul são maiores na Sub-Bacia do Miranda. As indústrias têm aproximadamente 75% de suas necessidades de água na Região Hidrográfica do Paraguai supridas por fontes superficiais que também abastecem os sistemas públicos e consomem cerca de 5% da produção total de água tratada. O principal segmento industrial é o da agroindústria, que gera efluentes com elevada carga orgânica.



**FIGURA 80 – Sub-Bacias de Referência da Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo demanda (m³/s) de recursos hídricos por tipo de uso**

Fonte: ANA (2004)

A demanda de irrigação na Região Hidrográfica do Paraguai é de 4,30 m³/s. Em termos gerais, no Estado a irrigação é mais significativa apenas nas unidades hidrográficas dos rios Itiquira, Miranda, Taquari e Paraguai 2.

A navegação na região foi o meio de transporte por muitos anos. O acesso à região em parte do século passado era realizado do rio da Prata até Cáceres e Cuiabá. O rio perdeu grande parte do fluxo da carga de transporte por causa do desenvolvimento das rodovias.

A navegação comercial tem se mantido no rio Paraguai até Cáceres, mas com maior quantidade de carga até Corumbá, já que entre Corumbá e Cáceres o calado disponível não é mantido durante todo o ano. Os afluentes do rio Paraguai apresentam maior dificuldade de transporte comercial de cargas, principalmente, por causa do assoreamento e mudança de leito, o que tem permitido a navegação apenas de pequenos barcos. No rio Taquari não é mais possível navegar nem mesmo com canoas entre o rio Paraguai e o rio Coxim.

Destaca-se ainda a crescente demanda da navegação proporcionada pelo turismo, uma das atividades de maior expansão na BAP/MS.

## 2.3 PRINCIPAIS IMPACTOS

Desde a década de 1970, a BAP/MS vem registrando expressivo desenvolvimento socioeconômico no Planalto, por causa da intensidade do uso e ocupação do solo, com graves conseqüências ambientais.

As principais ações antrópicas identificadas na BAP/MS são sinteticamente descritas a seguir:

### a) Desmatamento

Tem havido uma tendência de transformação da vegetação nativa, principalmente as formações de cerradão e cerrado, em pastagens implantadas para alimentação do gado bovino. Esse desmatamento tem avançado também nas áreas de matas ciliares, conforme se observa no tratamento dos dados de qualidade das águas no período abrangido por este Relatório, principalmente em função do deflúvio superficial rural para as Sub-Bacias dos Rios Apa e Correntes.

O desmatamento tem sido estimado em cerca de 65% da área florestada no Planalto e 10% no Pantanal, como mostram as pesquisas do Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP), da Embrapa (PAE, 2004).

### b) Uso e ocupação do solo

Em função dos incentivos do governo federal por meio do Polonoroeste, imensas áreas de cerrado foram abertas e substituídas por pastagens plantadas, geralmente sem levar em consideração a aptidão agrícola dos solos, a susceptibilidade a processos erosivos, a adequação das espécies cultivadas, a capacidade de carga animal e a sensibilidade geológica local, culminando com um dos mais expressivos impactos ambientais no Estado, ou seja, o assoreamento do rio Taquari.

Esse assoreamento tem provocado mudanças constantes do leito do rio e, com isso, o arrombamento de suas margens e a formação de extensas áreas permanentemente inundadas, tornando-as improdutivas para a agricultura e pecuária.

Pesquisas recentes desenvolvidas pela Embrapa Pantanal constataram que a produção pesqueira do rio Taquari variou de 16% a 32,8% do total pescado na bacia pantaneira entre 1980 e 1984. No entanto, entre 1994 e 1995 perfez apenas 6,3 do total, o que significa uma redução para cerca de um quinto da produção em apenas quinze anos. Essa redução deve-se ao decréscimo de fontes de alimento para as espécies, provocado pelo assoreamento e alterações do pulso de inundação da Sub-Bacia do rio Taquari.

Em 1977/1982, a descarga sólida total no rio Taquari em Coxim, MS, era de 20.224 t/dia; já em 1994/1995, o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP) estimou essa descarga em 29.243 t/dia. Entre esses dois períodos houve um incremento de 44,6% do aporte de sedimentos provenientes da bacia do Alto Taquari para o Pantanal.

c) Contaminação das águas e do sedimento

Segundo informações obtidas pelo PCBAP (1997), os sedimentos do Planalto carregam grandes quantidades de resíduos de agrotóxicos, fertilizantes e metais para a planície.

Foram coletadas e analisadas amostras de sedimento para grandes grupos de princípios ativos, entre eles os cloropirifos, cicloidienos e triazinas. No grupo de princípios ativos da triazina foram incluídos os herbicidas organoclorados (atrazine, propazine, simazine, simetrin, trietazine, e outros). Os cicloidienos compreendem inseticidas organoclorados bastante conhecidos (aldrin, chlordane, dieldrin, endosulfan, endrin, heptacholor, e outros), utilizados para o controle de pragas. O terceiro grupo de princípios ativos analisados foi o dos cloropirifos, incluindo inseticidas (methil paration, azinphos, e outros.), herbicidas, fungicidas e desfolhantes (picloran, brophos, etc.), todos organofosforados.

Verificou-se a presença, em maior ou menor concentração, de todos os princípios ativos examinados, bem acima dos limites de detecção específicos para cada grupo. Os maiores valores de triazinas foram verificados no rio São Lourenço, chegando a atingir 115,55 mg/kg de sedimento, e 6,22mg/kg de cicloidienos. O rio Negro apresentou concentrações elevadas em toda a sua extensão de agrotóxicos do grupo cloropirifos, chegando a alcançar em um ponto 77,4 mg/kg e 67,37 mg/kg de sedimento (respectivamente, cloropirifos metil e etil). Também os rios Taquari e São Lourenço apresentaram altas concentrações desses agrotóxicos.

Em amostras de sedimento dos rios Taquari e Negro, verificou-se uma elevada concentração de metais, principalmente de cromo, magnésio, ferro, zinco, manganês, níquel, chumbo e cobre. A disponibilidade desses metais agregados ao sedimento para a massa de água depende muito das condições de contorno, tanto do sedimento como da própria massa de água. O sedimento estaria funcionando como sumidouro de metais e princípios ativos, e alterações desse sumidouro levariam a sua disponibilidade.

Assim, atividades que envolvem a manipulação de sedimento em larga escala podem tornar disponíveis não só os metais como também os princípios ativos até então retidos. Não somente os organismos bentônicos podem remobilizar o sedimento e tornar disponíveis esses poluentes, por meio de sua atividade, mas também ações como a dragagem do rio Taquari, atualmente em processo de discussão.

d) Efluentes industriais e domésticos

Outras fontes importantes de alterações da qualidade das águas da BAP são os lançamentos de efluentes de agroindústrias e destilarias de álcool acima dos limites estabelecidos para o enquadramento dos corpos de água, como no caso do rio Cachoeirão e dos córregos Canastrão, Cabeceira Alta e Acogo. São necessárias melhorias na eficiência dos sistemas de tratamento desses empreendimentos, como também a realização de estudos da capacidade de assimilação dos corpos receptores em diferentes épocas do ano.

Outra fonte importante de contribuição para alterações da qualidade das águas da BAP é o lançamento de esgotos domésticos e resíduos sólidos das cidades não tratados adequadamente e/ou clandestinos.

## 2.4 ESTUDOS NECESSÁRIOS

### 2.4.1 Estudos biológicos

Para o adequado gerenciamento dos recursos hídricos da BAP/MS, principalmente da planície pantaneira, a SEMA/IMAP necessita ampliar a sua base de informações, de forma a obter uma compreensão abrangente do funcionamento e da forma de organização dos sistemas aquáticos, descrevendo a sua dinâmica e as inter-relações com a biota.

Em função das peculiaridades da BAP/MS e do conhecimento abrangente obtido pelo monitoramento desenvolvido a partir da série histórica de dados de 1994 a 2004, a SEMA/IMAP coloca em discussão o reordenamento da rede de monitoramento da qualidade das águas da BAP/MS, com a inclusão, além de variáveis específicas de qualidade de água e sedimento, também da utilização de novos índices que levem em consideração os conhecimentos ecológicos e da saúde do ambiente, conforme a seguir apresentado.

Para tanto, são os seguintes os argumentos principais nessa direção:

- a) a Política de Recursos Hídricos atual adota a bacia como unidade de planejamento e tem que garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos;
- b) a planície pantaneira em função de suas características físicas, químicas e biológicas requer uma compreensão mais abrangente do seu funcionamento e da organização dos diferentes ambientes aquáticos em termos de suas dinâmicas e inter-relações com a biota, visando a embasar ações de manejo e gerenciamento dos recursos hídricos;
- c) há necessidade de informações sobre a quantidade de água para subsidiar a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, entre eles a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacias Hidrográficas;
- d) o órgão gestor dispõe somente de unidades laboratoriais de físico-química, hidrobiologia, absorção atômica e bacteriologia.

Em virtude dessas considerações, sugere-se para o Planalto a continuidade de aplicação do IQA/NSF, enquanto para a Planície, propõe-se a agregação do Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática (IVA), assim como a realização de levantamentos das comunidades aquáticas (fitoplâncton, zooplâncton), como também a continuidade dos estudos dos indicadores bentônicos, hoje já desenvolvidos pela SEMA/IMAP.

A seguir, são descritos os novos índices propostos.

- a) Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática (IVA)

O objetivo do IVA é avaliar a qualidade das águas visando à proteção da fauna e flora em geral. Assim, não se trata de um índice para avaliação da água para o consumo humano ou recreação de contato primário.

A aplicação do IVA pode ser feita apenas para corpos de água doce enquadrados nas classes 1, 2 e 3, tendo em vista que a Resolução CONAMA 357/2005 prevê a proteção das comunidades aquáticas apenas para essas classes.

O que o IVA leva em consideração é a presença e concentração de contaminantes químicos que possam ser tóxicos aos organismos aquáticos, além do pH e oxigênio dissolvido, duas das variáveis consideradas essenciais para a biota. Essas variáveis são agrupadas no Índice de Parâmetros Mínimos para a Proteção

da Vida Aquática (IPMCA) e no Índice do Estado Trófico (IET) de Carlson modificado por Toledo (1990).

O IPMCA é composto de dois grupos de variáveis:

- grupo de substâncias tóxicas (cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes e fenóis, entre outras que poderão ser acrescidas), as quais identificam o nível de contaminação por substâncias potencialmente danosas às comunidades aquáticas;
- grupo de variáveis essenciais (oxigênio dissolvido, pH e toxicidade).

Quanto ao IET, seu objetivo é avaliar a qualidade da água verificando o enriquecimento por nutrientes e seu efeito sobre o crescimento excessivo das algas ou o aumento de macrófitas aquáticas. Propõe-se a adoção do índice clássico introduzido por Carlson e modificado por Toledo et al. (1983) e Toledo (1990), que alteraram as expressões originais para adequá-las a ambientes subtropicais.

b) Índice da Comunidade Fitoplanctônica (ICF)

O ICF, elaborado pela CETESB e pelo Instituto de Botânica e Universidade Federal de São Carlos, visa classificar a qualidade da água em ótima, boa, regular e ruim, por meio da proporção dos grandes grupos que compõem o fitoplâncton, da densidade dos organismos e do IET.

c) Índice da Comunidade Zooplanctônica (ICZ)

O ICZ leva em consideração a presença ou ausência dos grupos principais e relaciona a razão entre o número total de calanóides - indicador de melhor qualidade da água (MATSUMURA-TUNDISI, 1999; RIETZLER et al., 2002) e o número total de ciclopóides - indicador de ambientes altamente eutróficos (SAMPAIO et al., 2002) - com o respectivo IET, calculado com os dados de clorofila a.

d) Índice da Comunidade Bentônica (ICB)

São calculados pela CETESB os seguintes índices descritores da estrutura das comunidades bentônicas:

- Riqueza (S), sendo a soma das categorias taxonômicas encontradas na amostra;
- Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H');
- Índice de Comparação Seqüencial (ICS);
- Razão Tanytarsini/Chironomidae (Tt/Chi);
- Riqueza de taxa sensíveis (Ssens), como as famílias de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae - Tanytarsini em rios;
- Dominância de grupos tolerantes (T/DT), como Tubificinae sem queta capilar, Naidinae e Chironomini, em rios.

Além disso, sempre que possível, ou seja, quando ocorrem populações significativas (N = 100) de *Chironomus* nas amostras, é avaliada a freqüência de deformidade no mento dessas larvas, considerando-se deformidade, *gap*, falta e excesso de dentes (KUHLMANN et al., 2000).

Para o diagnóstico, esses descritores são fundidos em índices multimétricos, adequados a cada tipo de ambiente.

## 2.4.2 Estudos quantitativos

A qualidade das águas, tanto quanto sua disponibilidade, é afetada por aspectos quantitativos, sendo esse entendimento essencial para a gestão dos recursos hídricos. Portanto, embora a questão seja complexa e

envolva dificuldades técnicas, institucionais e políticas para ser implementada, é preciso buscar a integração entre qualidade e quantidade. Isto é particularmente importante no que tange à outorga das águas.

Quando se estabelece o enquadramento de um corpo d'água, determina-se um padrão de uso e acesso com base em sua qualidade. Entretanto, não se pode fazer nele lançamentos nem poderá ser feita qualquer retirada de água (derivação), se a sua qualidade for alterada a jusante, prejudicando a flora, a fauna e os usos predominantes previstos. Ressalta-se que quanto maior a proporção da derivação, mais intensas são as alterações potenciais.

Portanto, é importante que o processo de outorga se baseie em estudos hidrológicos específicos da bacia, que permita quantificar o uso e planejar o atendimento à demanda de água.

O estudo das variáveis do ciclo hidrológico e suas correlações, associado ao monitoramento qualitativo-quantitativo, permite produzir informações para subsidiar o processo de outorga e licenciamento ambiental, além de suprir a demanda de projetos hidráulicos.

# CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O monitoramento da qualidade das águas da BAP/MS desenvolvido pela SEMA/IMAP, no que se refere à aplicação do índice de qualidade da água IQA<sub>(NSF)</sub> e as medições dos níveis de qualidade por meio do Oxigênio Dissolvido (OD), embora apresentando lacunas nas seqüências anuais e mensais de análises, deu contribuições importantes para o conhecimento geral da Bacia no que se refere às tendências de qualidade das águas.

O Quadro 8 apresenta os resultados sinteticamente, para cada ponto monitorado nas seis Sub-Bacias, as tendências registradas: melhorando, piorando e indefinida.

Verifica-se que dos 74 pontos monitorados, em apenas treze pontos a qualidade das águas da BAP/MS está melhorando (dois no rio Apa, um no rio Aquidauana, um no córrego Restinga, três no rio Cuiabá e seis no rio Negro), ao passo que em 40 pontos, a tendência verificada é de piora (um no rio Apa, seis no rio Paraguai, dois no rio Correntes, quatro no rio Piquiri, um no córrego Cabeceira Alta, nove no rio Miranda, quatro no rio Aquidauana, quatro no córrego Bonito, um no córrego Saladeiro, dois no rio Taquari, dois no rio Coxim, dois no rio Verde, um no rio Taquari-Mirim e um no canal do Tamengo); em 21 pontos essa condição não pode ser definida (um no rio Apa, um no córrego Cabeceira Alta, dois no rio Miranda, um no rio Salobra, um no rio Aquidauana, quatro no rio Formoso, três no rio Nabileque, um no rio Taquari, um no rio Coxim, três no rio Itiquira e três no rio Paraguai).

Certamente esse comportamento verificado nos diversos corpos d'água que compõem a BAP/MS reflete, de um lado, as peculiaridades dessa Bacia e, de outro lado, os impactos que vêm se verificando e, em alguns casos, se intensificando ao longo do período analisado. Os aspectos hidrológicos não podem deixar de ser considerados, por causa da interferência nos pulsos de inundação da Bacia, assim como nas vazões e disponibilidades hídricas. Também são relevantes as fontes pontuais e difusas de poluição, ou seja, tanto as contribuições das agroindústrias e dos esgotos domésticos, como o escoamento superficial de áreas agrícolas e urbanas relacionado com o clima, o uso e ocupação do solo e o transporte de sedimentos, entre outros aspectos.

Baseado nas considerações feitas sobre as fontes interferentes na qualidade da água, nas características hidrológicas da planície, no regime climático da BAP/MS, no uso e ocupação do solo e no uso da água com potencial de poluição, e na evolução da qualidade da água nesses onze anos de monitoramento, pode-se concluir que:

- a) na maioria dos pontos de monitoramento a tendência de qualidade da água é de piora;
- b) variabilidade da qualidade da água está associada com a climatologia da Bacia, principalmente no Planalto;
- c) na planície pantaneira a qualidade da água está diretamente associada com o regime hidrológico, ou seja, cheias e secas;
- d) próximo aos núcleos urbanos e às indústrias, a qualidade da água não depende da climatologia e sim do regime de lançamento, da carga poluidora e da eficiência dos sistemas de tratamento dos efluentes gerados;
- e) o programa de monitoramento foi fundamental para a aquisição de dados para a avaliação da qualidade ambiental como um todo e para planejar o uso e a ocupação do solo em compatibilidade com o enquadramento do curso d'água, visando à manutenção da qualidade da água para os usos múltiplos;
- f) há falhas de dados em alguns pontos de monitoramento por causa da não realização de medição em alguns meses e em alguns pontos; e finalmente,
- g) a rede de monitoramento da qualidade da água da BAP/MS é uma importante ferramenta tanto para a gestão ambiental como para a gestão dos recursos hídricos, viabilizando a integração entre estas duas políticas, precisando desta forma ser mantida e otimizada.

Com o propósito de aprimorar a Rede Básica de Monitoramento da Qualidade das Águas da BAP/MS, de maneira a reverter o atual quadro de piora das condições de qualidade nos pontos registrados, otimizá-la como instrumento fundamental para a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e aparelhar o órgão ambiental para o atendimento às exigências técnicas e aos dispositivos legais constantes da Resolução nº 357/2005, é necessária a otimização do programa de monitoramento, com a modernização da rede de monitoramento por meio das seguintes ações:

- a) substituição dos equipamentos laboratoriais atuais por outros com tecnologia mais avançada, viabilizando com isso maior agilidade e maior número de análises por dia;
- b) aumento da frequência de amostragens em pontos específicos onde foram detectadas menor qualidade de água e maior oscilação da qualidade ao longo do tempo;
- c) implementação de novos indicadores de qualidade de água (hidrológicos, químicos e biológicos), principalmente na planície, ampliando a base de dados e com isso melhorando o entendimento dos fatores associados à qualidade da água e permitindo uma avaliação mais efetiva da evolução da qualidade ambiental;
- d) implementação de laboratório de cromatografia para a agregação à rede de monitoramento de análises de resíduos de agrotóxicos, tanto na água como no sedimento, visando a informar a sociedade sobre a qualidade referente a esses tipos de poluentes e fundamentar a tomada de decisão por parte das autoridades responsáveis pelo controle ambiental;
- e) realização de cadastro de usuários de água, visando a atualizar as demandas hídricas em cada sub-bacia e com isso planejar adequadamente os usos múltiplos da água;
- f) atualização do diagnóstico das atividades econômicas instaladas na BAP/MS, visando ao disciplinamento das atividades impactantes da qualidade da água, bem como a adequada definição dos parâmetros específicos para cada tipologia industrial;
- g) implementação de uma rede de monitoramento hidrológico, visando à integração entre qualidade e

**QUADRO 8 – Síntese da tendência da qualidade da água para cada ponto monitorado nas seis Sub-Bacias da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul, segundo as categorias melhorando, piorando, estável e indefinida.**

Sub-Bacia	Código dos pontos	Descrição dos pontos	Tendência
Apa	00MS26AP2276	Rio Apa, a montante do perímetro urbano da cidade de Bela Vista	Estável
	00MS26AP2273	Rio Apa, a jusante do perímetro urbano da cidade de Bela Vista	Estável
	00MS26AP2161	Rio Apa, a jusante da foz do rio Caracol	Estável
	00MS26AP2000	Rio Apa, na foz	Estável
	00MS26PA2060	Rio Paraguai, a jusante do perímetro urbano da cidade de Porto Murtinho	Estável
Correntes	00MS21CR2060	Rio Correntes, na ponte da rodovia BR-163	Estável
	00MS21CR2000	Rio Correntes, na foz	Estável
	00MS21PQ2253	Rio Piquiri, na ponte da rodovia BR-163	Estável
	00MS21PQ2125	Rio Piquiri, a montante da foz do rio Correntes	Estável
	00MS21PQ2123	Rio Piquiri, a jusante da foz do rio Correntes	Estável
	00MS21PQ2000	Rio Piquiri, na foz	Estável
	00MS21CA2019	Córrego Cabeceira Alta, na tubulação sob a rodovia BR-163	Estável
	00MS21CA2008	Córrego Cabeceira Alta, na tubulação sob a rodovia MT-471	Estável
Miranda	00MS23MI0602	Rio Miranda, a montante do perímetro urbano/periférico da cidade de Jardim	Estável
	00MS23MI2601	Rio Miranda, na ponte da rodovia BR-060	Estável
	00MS23MI2444	Rio Miranda - na ponte da localidade km 21	Estável
	00MS23MI2292	Rio Miranda, na ponte da rodovia MS-339 (Miranda-Bodoquena)	Estável
	00MS23MI2148	Rio Miranda, a montante da foz do rio Aquidauana	Estável
	00MS23MI2147	Rio Miranda, a jusante da foz do rio Aquidauana	Estável
	00MS23MI2000	Rio Miranda, na foz	Estável
	00MS23MI2292	Rio Miranda, na ponte da rodovia MS-339 (Miranda-Bodoquena)	Estável
	00MS23MI2148	Rio Miranda, a montante da foz do rio Aquidauana	Estável
	00MS23MI2147	Rio Miranda, a jusante da foz do rio Aquidauana	Estável
	00MS23MI2000	Rio Miranda, na foz	Estável
	00MS23SA2001	Rio Salobra, a 1 km da foz (Hotel-Fazenda Salobra)	Estável
	00MS23AQ0575	Rio Aquidauana, a montante da ponte do córrego Água Limpa	Estável
	00MS23AQ2476	Rio Aquidauana, na ponte da rodovia MS-080 (Rochedo-Corguinho)	Estável
	00MS23AQ2424	Rio Aquidauana, na ponte da rodovia MS-352	Estável
	00MS23AQ2291	Rio Aquidauana, a montante da foz do córrego Taquarussu	Estável
	00MS23AQ2284	Rio Aquidauana, na ponte da RFFSA-NOB (Aquidauana-Miranda)	Estável
	00MS23AQ2000	Rio Aquidauana, na foz	Estável
	00MS23FO2073	Rio Formoso, a montante da foz do córrego Sucuri	Estável
	00MS23FO2065	Rio Formoso, no Balneário Municipal, a 65 km da foz	Estável
	00MS23FO2047	Rio Formoso, na Ilha do Padre	Estável
	00MS23FO2000	Rio Formoso, na foz	Estável
	00MS23BO2014	Córrego Bonito, na nascente	Estável
	00MS23BO2010	Córrego Bonito, a montante do córrego Restinga	Estável
	00MS23BO2008	Córrego Bonito, a montante do córrego Saladeiro	Estável
	00MS23BO2000	Córrego Bonito, na foz	Estável
	00MS23RE2000	Córrego Restinga, na foz	Estável
00MS23SA2000	Córrego Saladeiro, na foz	Estável	
Nabileque	00MS25NA2271	Rio Nabileque, na boca do Nabileque	Estável
	00MS25NA2068	Rio Nabileque, a montante da foz do rio Naitaca (Fazenda Genipapo)	Estável
	00MS25NA2000	Rio Nabileque, na foz	Estável
	00MS25PA2207	Rio Paraguai, a jusante do Forte Coimbra	Estável
	00MS25PA2024	Rio Paraguai, a jusante do destacamento militar de Barranco Branco	Estável
Negro	00MS24NE2461	Rio Negro, a montante do perímetro urbano da cidade de Rio Negro	Estável
	00MS24NE2435	Rio Negro, a jusante do perímetro urbano da cidade de Rio Negro	Estável
	00MS24NE2202	Rio Negro, a jusante da foz do rio Taboco	Estável
	00MS24NE2174	Rio Negro, na ponte da rodovia MS-170 (Fazenda Barra Mansa)	Estável
	00MS24NE2127	Rio Negro, no pesqueiro da Fazenda Tupaciretã (Ninhal)	Estável
	00MS24NE2008	Rio Negro, na ponte da rodovia MS-184, Fazenda Baú	Estável
Taquari	00MS22TQ2481	Rio Taquari, em Cachoeira das Palmeiras	Estável
	00MS22TQ2441	Rio Taquari, a jusante do perímetro urbano/periférico da cidade de Coxim	Estável
	00MS22TQ2000	Rio Taquari, na foz (Porto da Manga)	Estável
	00MS22CX0266	Rio Coxim, na nascente (fundos suinocultura Pinesso Faz. Monte Azul)	Estável
	00MS22CX2176	Rio Coxim, a jusante da foz do ribeirão Camapuã	Estável
	00MS22CX2000	Rio Coxim, na foz	Estável
	00MS22RV2020	Rio Verde, a montante do balneário Sete Quedas (3 km rodovia MS-247)	Estável
	00MS22RV2008	Rio Verde, a jusante do lançamento Frigorífico River Ltda. (rod. BR-163)	Estável
	00MS22TM2000	Rio Taquari-Mirim, na foz	Estável
	00MS22IT2234	Rio Itiquira, a montante da foz do rio Piquiri	Estável
	00MS22IT2232	Rio Itiquira, a jusante da foz do rio Piquiri	Estável
	00MS22IT2000	Rio Itiquira, na foz	Estável
	00MS22CB2158	Rio Cuiabá, a montante da foz do rio Itiquira	Estável
	00MS22CB2156	Rio Cuiabá, a jusante da foz do rio Itiquira	Estável
	00MS22CB2077	Rio Cuiabá, na localidade de Porto do Alegre (Retiro da Fazenda Recreio)	Estável
	00MS22PA2366	Rio Paraguai, a montante da foz do rio São Lourenço	Estável
	00MS22PA2214	Rio Paraguai, na localidade de Amolar (pesqueiro Serra Negra)	Estável
	00MS22PA2079	Rio Paraguai, a jusante da Marinha Mercante, Corumbá	Estável
	00MS22PA2077	Rio Paraguai, a montante da captação de água da cidade de Ladário	Estável
	00MS22PA2076	Rio Paraguai, a montante da captação de água da cidade de Corumbá.	Estável
00MS22TG2000	Canal do Tamengo, na foz	Estável	



- quantidade, subsidiando o gerenciamento dos recursos hídricos e o atendimento aos usos múltiplos da água;
- h) implementação de análises da qualidade do sedimento de fundo dos corpos d'água, pois há uma relação direta e muito estreita entre a qualidade da água e a qualidade do sedimento. Esse monitoramento deve estar associado ao estudo das características hidrológicas de cada corpo d'água;
  - i) implementação de uma rede de monitoramento sedimentométrico, com o propósito de quantificar e qualificar o aporte de sedimentos e contaminantes para a planície, necessitando para tanto a construção e aparelhamento de um laboratório específico, bem como a capacitação de técnicos para a operacionalização da rede;
  - j) integração dos dados quantitativos e qualitativos da água quando da avaliação da qualidade das águas da BAP/MS;
  - l) otimização da rede básica hidrometeorológica nacional e implantação da rede de quantidade de água nas pequenas bacias hidrográficas do Estado, visando a conhecer a disponibilidade hídrica de maneira a subsidiar a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, os planos de bacias hidrográficas, a estruturação e funcionamento do Sistema de Informações de Recursos Hídricos e o desenvolvimento de indicadores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
  - m) integração entre os técnicos do Estado de Mato Grosso do Sul e de Mato Grosso que atuam na área de monitoramento da qualidade da água, por meio de reuniões técnicas, *workshop*, seminários e demais formas de integração, pois há necessidade de uma rede básica única na BAP, com parâmetros, frequência e periodicidade idênticos nos dois Estados, visando ao entendimento das variações que ocorrem na qualidade das águas da BAP;
  - n) promoção de evento técnico sobre os recursos hídricos visando a debater os dados de qualidade de água na BAP e incentivar os técnicos a se aprofundar nos estudos sobre a Bacia;
  - o) capacitação e atualização da equipe responsável pela operacionalização da Rede por meio de cursos técnicos, intercâmbios com outras instituições nacionais e internacionais, estágios e visitas técnicas.

Dada a importância da conservação dos recursos biológicos da planície e da necessidade de detecção de alterações ambientais, é imprescindível o desenvolvimento e o emprego de ferramentas biológicas nos programas de monitoramento, para avaliar a qualidade da água, detectando ou até mesmo antecipando os efeitos negativos da poluição, e para a proteção das espécies e das características tróficas do ambiente.

Dessa forma recomenda-se a utilização do Índice para Proteção da Vida Aquática, cuja finalidade é avaliar a capacidade dos corpos de água para a manutenção e sobrevivência de comunidades aquáticas, por meio da análise de dados físicos, químicos e biológicos selecionados.

Complementarmente ao IVA propõe-se o desenvolvimento de índices de comunidades (fitoplâncton, zooplâncton, bentos). Cada uma dessas comunidades responde de forma distinta aos impactos, diferindo no seu grau de sensibilidade e nos tempos de resposta, de impactos e de recuperação.

Finalmente, ressalta-se que o monitoramento da qualidade das águas da BAP tem que ser otimizado e realizado de forma sistemática, com o propósito de identificar as mudanças temporais e espaciais causadas pelas atividades humanas e fatores naturais. Deve, ser também capaz de fornecer informações para o gerenciamento adequado dos recursos hídricos, garantindo que sejam tomadas decisões adequadas sobre as ações necessárias para prevenir ou mesmo remediar a degradação dos corpos de água.

# REFERÊNCIAS

ALHO, C.J.R.; LACHER, J.R.; T.E.; GONÇALVES, H.C. Environmental degradation in the Pantanal Ecosystem. *Bioscience*, v.38, n.3, p. 164-171, 1988.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Microbiological examination. In: American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington: APHA / AWWA / WEF, 1998.

\_\_\_\_\_. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Baltimore: Victor Graphics, 1992. 1 CD-ROM.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil*. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos-Agência Nacional de Águas (ANA). Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda., 2005.

\_\_\_\_\_. Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. *Síntese Executiva*. Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Brasília, 2004.

\_\_\_\_\_. *Subprojeto Elaboração do Diagnóstico Analítico do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai – DAB*. Projeto GEF PANTANAL/Alto Paraguai (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Brasília, 2003.

BAYLEY, P. B. Aquatic Environments in the Amazon Basin, with an analysis of carbon sources, fish production, and yield. In: Dodge, D.P. (ed.) *Proceedings of the international Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Science. 1989, p. 399-408.

BONETTO, A. A.; CORDIVILA DE YUAN, E., PIGNALBERI, C.; OLIVEROS, O. Ciclos hidrológicos del río Paraná y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporárias de su valle de inundación. *Physis*, n. 78, 1969, p. 213-223.

BOTELHO, M. J. C. et al. *Desenvolvimento de índices biológicos para o monitoramento em reservatórios do Estado de São Paulo*. São Paulo: CETESB, 2005. (em fase de elaboração).

BRANCO, S. M.; *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. São Paulo: CETESB, 1986.

BRASIL. Ministério do Meio-Ambiente. BM-PNUD. *Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP*. 3 v., 8 t. Brasília, 1997.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio-Ambiente. *Disponibilidades e demandas de recursos hídricos*. Brasil. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos . Superintendência de Conservação de Água e o Solo . Superintendência de Usos Múltiplos. (Agência Nacional de Águas - ANA). Brasília, 2005.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos. *Plano Nacional de Recursos Hídricos – Documento Base de Referência (DBR)*. Minuta apresentada ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 2002.

CADAVID GARCIA, E.A. *O clima do Pantanal Mato-Grossense*. Corumbá EMBRAPA-CPAP, 1984. (EMBRAPA-CPAP. Circular Técnica, 14).

CAIRNS, J.R.; DICKSON, K.L. A simple method for the biological assessment of the effects of waste discharges on aquatic bottom-dwelling organism. *J. WPCF*, p. 755-772, 1971.

CALHEIROS, D. F.; FERREIRA, C.J.A. *Alterações limnológicas no rio Paraguai (dequada) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Matogrossense - MS*. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1996. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 7).

CARVALHO, N.O. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá, EMBRAPA-CPAP. *Anais...* Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 43-49. (EMBRAPA-CPAP. Série Documentos, 5).

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. *IVA - Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática*. Acesso em 3 out. 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.

\_\_\_\_\_. *L5.303: fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo: método de ensaio*. São Paulo, 1990. (Norma Técnica).

\_\_\_\_\_. *L5.306: determinação de pigmentos fotossintetizantes, clorofila - A, B e C e feofitina-A*. São Paulo, 1990. (Norma Técnica).

\_\_\_\_\_. *L5.309: determinação de bentos de água doce: macroinvertebrados: métodos qualitativo e quantitativo*. São Paulo, 2003.

\_\_\_\_\_. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo - 2002*. São Paulo, 2003.

\_\_\_\_\_. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo - 2003*. São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo - 2004*. CETESB. - São Paulo: CETESB, 2005.

CNRH - CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução n. 32, de 25 de outubro de 2003 – Dispõe sobre a importância de se estabelecer uma base organizacional que contemple bacias hidrográficas como unidade do gerenciamento dos recursos hídricos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 17 dez. 2003.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. 1986. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 30 jul. 1986.

\_\_\_\_\_. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. Analysis of water quality indices. *Journal of Environmental Management*, v.21, p.161-179, 1985.

DERÍSIO, J. C. *Introdução ao controle da poluição ambiental*. São Paulo : Editora da CETESB, mar. 1992.

FERREIRA, L.M. *Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA-NSF, IQA-Smith e IQA-Horton, aplicados ao rio Miranda, MS, Campo Grande*. 2000. Monografia (Especialização em Saneamento Ambiental) - Departamento de Hidráulica e Transporte, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2000. (Orientador: Ide, C.N).

\_\_\_\_\_. *Índice de qualidade de água para a bacia do rio Formoso: uma proposta*. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2005. (Orientador: Siqueira, O.S.).

GALDINO, S.; CLARKE, R.T. *Levantamento e estatística descritiva dos níveis hidrométricos do rio Paraguai em Ladário, MS – Pantanal. Período 1900/1994*. Corumbá : EMBRAPA-CPAP, 1995. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 14).

HAASE, J.; POSSOLI, S. Estudo da utilização da técnica de análise fatorial na elaboração de um índice de qualidade de água: comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes, RS. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v.6, p.245-255, 1993.

JONGMAN, R. H. G. (ed.). *Pantanal: Taquari: ferramentas para tomada de decisão em gestão integrada dos recursos hídricos*. Alterra Partners for water: Embrapa Pantanal/ WL|Delft Hydraulics/Arcadis/ Regenboog Advies, 2005.

MEYBECK, M; HELMER, R. An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. *Water quality assessment*. Cambridge: University press, 1992.

OLIVEIRA, M.D.; PELLEGRIN, L.A.; BARRETO, R.R.; SANTOS, C.L.; XAVIER, I.G. *Área de ocorrência do mexilhão dourado na bacia do Alto Paraguai, entre os anos de 1998 a 2004*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004 (Documentos, 64).

PINEDA, M.D.; SCHÄFER, A. Adequação de critérios e métodos de avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Cultura*, v.39, p.198-206, 1987.

PNRH- Plano Nacional dos Recursos Hídricos. *Programa de Estruturação Institucional para a Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos – BRA/OEA/01/002*. Relatório Técnico 3. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Curitiba, 2005. (Caderno Regional).

SAMPAIO, E. V. et al. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema river, Brazil. *Braz. J. Biol.*, v. 62, n. 3, p. 525-545, 2002.

SILVEIRA, M.P. *Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios*. Jaguariuna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2004. (Documentos, 36).

TOLEDO, L. G. de; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. Embrapa Meio Ambiente. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.181-186, jan./mar. 2002.

TOLEDO JÚNIOR, A. P. *Informe preliminar sobre os estudos para a obtenção de um índice para a avaliação do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais*. São Paulo, 1990.

\_\_\_\_\_. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagoas e reservatórios tropicais. São Paulo: Cetesb, 1983. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 1983, Camboriú. *Anais...* Camburiú, maio 1983.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL. I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. *A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025*. Brasília, 2000.



OEA

