



4. QUALIDADE DAS ÁGUAS

4.1. Qualidade das águas superficiais

A análise da qualidade das águas superficiais nas Bacias PCJ foi realizada tendo como base os relatórios anuais publicados pela CETESB, que mantém uma rede de monitoramento em todo o Estado de São Paulo.

A CETESB, através deste trabalho, monitora anualmente os cursos d'água dos principais rios das Bacias PCJ, portanto, recomenda-se aos interessados no tema, consulta aos relatórios anuais sobre a qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo, disponível no sítio eletrônico da CETESB (www.cetesb.sp.gov.br).

Quadro 4.1. Localização dos pontos de amostragem nas Bacias PCJ.

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Descrição	Tipo de Amostragem
ATIB02010	23° 06' 12"	46° 32' 42"	Rio Atibaia	Rede Básica de Monitoramento
ATIB02030	22° 58' 09"	46° 50' 52"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02035	22° 56' 16"	46° 56' 01"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02065	22° 54' 18"	46° 58' 26"	Rio Atibaia	Rede de Sedimento
ATIB02300	22° 45' 25"	47° 06' 39"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02605	22° 45' 47"	47° 09' 18"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02605	22° 45' 09"	47° 09' 17"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02800	22° 45' 41"	47° 10' 24"	Rio Atibaia	Rede de Sedimento
ATIB02900	22° 41' 54"	47° 17' 27"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
BAIN02950	23° 06' 46"	46° 28' 43"	Rio Atibainha	Monitoramento Regional
CACH00902	23° 03' 22"	47° 19' 08"	Res.Cachoeira	Balneabilidade de Rios e Lagos
CAXO02800	23° 05' 43"	46° 26' 31"	Rio Cachoeira	Monitoramento Regional
CMDC02100	22° 42' 17"	46° 41' 42"	R Camanducaia	Monitoramento Regional
CMDC02300	22° 42' 09"	46° 44' 58"	R Camanducaia	Monitoramento Regional
CMDC02400	22° 41' 21"	46° 52' 51"	R Camanducaia	Monitoramento Regional
CMDC02900	22° 39' 42"	47° 00' 11"	R Camanducaia	Rede Básica de Monitoramento
CPIV02030	23° 06' 54"	46° 51' 09"	R. Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02060	23° 06' 06"	46° 55' 20"	R. Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02100	23° 03' 48"	46° 58' 58"	R. Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02130	22° 00' 22"	47° 05' 60"	R. Capivari	Rede Básica de Monitoramento

**Quadro 4.1. Localização dos pontos de amostragem nas Bacias PCJ. (Continuação).**

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Descrição	Tipo de amostragem
CPIV02160	22° 57' 18"	47° 14' 37"	R. Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02160	22° 57' 18"	47° 14' 37"	R. Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02200	22° 57' 34"	47° 17' 51"	R. Capivari	Rede Básica de Monitoramento
CPIV02900	22° 59' 21"	47° 45' 17"	R. Capivari	Rede Básica de Monitoramento
CRUM02050	22° 07' 47"	47° 40' 03"	R. Corumbataí	Monitoramento Regional
CRUM02100	22° 20' 49"	47° 34' 12"	R. Corumbataí	Monitoramento Regional
CRUM02200	22° 30' 54"	47° 37' 26"	R. Corumbataí	Monitoramento Regional
CRUM02300	22° 34' 53"	47° 41' 01"	R. Corumbataí	Monitoramento Regional
CRUM02500	22° 38' 01"	47° 40' 58"	R. Corumbataí	Rede Básica de Monitoramento
CRUM02900	22° 41' 04"	47° 40' 37"	R. Corumbataí	Monitoramento Regional
GERT02100	22° 25' 52"	47° 28' 22"	Cor.S. Gertrudes	Monitoramento Regional
GERT02200	22° 26' 12"	47° 29' 22"	Cor.S. Gertrudes	Monitoramento Regional
IRIS02100	23° 15' 43"	47° 03' 28"	Piraí	Monitoramento Regional
IRIS02200	23° 14' 52"	47° 04' 24"	Piraí	Monitoramento Regional
IRIS02250	23° 14' 24"	47° 05' 01"	Piraí	Monitoramento Regional
IRIS02400	23° 15' 44"	47° 07' 13"	Piraí	Monitoramento Regional
IRIS02600	23° 15' 23"	47° 10' 34"	Piraí	Monitoramento Regional
IRIS02900	23° 11' 12"	47° 14' 44"	Piraí	Rede Básica de Monitoramento
JAGR00002	22° 52' 53"	46° 23' 28"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR00005	22° 54' 54"	46° 25' 41"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02010	22° 54' 30"	46° 32' 37"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02100	22° 52' 36"	46° 36' 35"	Rio Jaguari	Rede Básica de Monitoramento
JAGR02200	22° 44' 48"	46° 53' 52"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02300	22° 42' 44"	46° 58' 17"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02400	22° 42' 15"	47° 00' 51"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02500	22° 41' 56"	47° 09' 07"	Rio Jaguari	Rede Básica de Monitoramento
JAGR02800	22° 39' 44"	47° 16' 40"	Rio Jaguari	Rede Básica de Monitoramento
JARIO0521	23° 00' 21"	46° 24' 59"	Res. Jaguari	Balneabilidade de Rios e Lagos
JARIO0701	22° 58' 59"	46° 26' 23"	Res. Jaguari	Monitoramento Regional
JUMI00100	23° 07' 18"	46° 46' 15"	Jundiaí-Mirim	Monitoramento Regional
JUMI00250	23° 08' 47"	46° 48' 22"	Jundiaí-Mirim	Monitoramento Regional
JUMI00500	23° 08' 43"	46° 51' 04"	Jundiaí-Mirim	Monitoramento Regional
JUMI00800	23° 09' 30"	46° 54' 34"	Jundiaí-Mirim	Monitoramento Regional
JUNA02010	23° 12' 30"	46° 46' 07"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional
JUNA02020	23° 12' 13"	46° 46' 23"	Rio Jundiaí	Rede Básica de Monitoramento
JUNA02100	23° 12' 29"	46° 48' 30"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional
JUNA04150	23° 11' 52"	46° 51' 59"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional
JUNA04190	23° 08' 49"	47° 01' 22"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional
JUNA04200	23° 08' 18"	47° 05' 05"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional
JUNA04270	23° 06' 26"	47° 10' 24"	Rio Jundiaí	Rede Básica de Monitoramento
JUNA04700	23° 11' 42"	47° 16' 07"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional

**Quadro 4.1. Localização dos pontos de amostragem nas Bacias PCJ. (Continuação).**

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Descrição	Tipo de amostragem
PCAB02220	22° 42' 44"	47° 38' 58"	R. Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCAB02300	22° 41' 44"	47° 40' 19"	R. Piracicaba	Monitoramento Regional
PCAB02600	22° 42' 00"	47° 42' 42"	R. Piracicaba	Monitoramento Automático
PCAB02800	22° 41' 31"	47° 46' 39"	R. Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCBP02500	22° 37' 44"	48° 10' 27"	Br. Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PIAL02900	22° 39' 35"	47° 16' 33"	Rib. Pinhal	Monitoramento Regional
PIMIO2900	22° 41' 57"	47° 37' 46"	Piracicamirim	Monitoramento Regional
PINO02100	23° 00' 38"	46° 58' 54"	Rib. Pinheiros	Monitoramento Regional
QUIL03200	22° 49' 07"	47° 11' 55"	Rib.Quilombo	Monitoramento Regional
QUIL03900	22° 42' 52"	47° 20' 02"	Rib.Quilombo	Monitoramento Regional
RAIN00402	23° 13' 03"	46° 23' 52"	Repr. Atibainha	Balneabilidade de Rios e Lagos
RAIN00802	23° 10' 09"	46° 22' 37"	Repr. Atibainha	Balneabilidade de Rios e Lagos
RAIN00901	23° 11' 03"	46° 23' 35"	Repr. Atibainha	Balneabilidade de Rios e Lagos
TATU04850	22° 39' 36"	47° 21' 09"	Rib.Tatu	Monitoramento Regional
TIJU02900	22° 48' 39"	47° 10' 24"	RibTijuco Preto	Monitoramento Regional
TOLE03900	22° 44' 14"	47° 26' 42"	Rib.Toledos	Monitoramento Regional
TREB02950	22° 12' 13"	47° 17' 14"	Rib. T.Barras	Monitoramento Regional
JUNA04900	23° 12' 36"	47° 17' 28"	Rio Jundiáí	Rede de Sedimento
LAPE02900	22° 54' 12"	46° 32' 50"	Rib. Lavapés	Monitoramento Regional
LARO02900	22° 28' 00"	43° 35' 00"	Rio Claro	Monitoramento Regional
NUMA04900	22° 45' 56"	47° 06' 00"	Rib. Anhumas	Monitoramento Regional
PCAB02100	22° 42' 39"	47° 19' 22"	R. Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCAB02130	22° 41' 28"	47° 22' 46"	R. Piracicaba	Rede de Sedimento
PCAB02135	22° 41' 51"	47° 23' 14"	R. Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCAB02192	22° 41' 20"	47° 34' 58"	R. Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento

Fonte: CETESB (2006).

O mapa esquemático, contendo a localização geográfica dos pontos de amostragem, pode ser consultado no ANEXO 6.

A análise sobre a qualidade da água será realizada a partir do IQA, utilizado para suprir a necessidade da CETESB em gerar indicadores que envolvam um grande número de informações de forma sintética e acessível para os tomadores de decisão. Tem como vantagens a facilidade de comunicação com o público não técnico, maior representatividade em relação aos parâmetros individuais e simples expressão através de um único número.

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas destinadas ao abastecimento público, sendo os parâmetros envolvidos nos cálculos reflexos de contaminação dos corpos hídricos pelo lançamento de esgoto doméstico. Não contempla



em sua obtenção: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água e o potencial de formação de trihalometanos das águas de um manancial. O Índice é calculado através do produto ponderado dos parâmetros: temperatura, pH, OD, DBO_(5,20)¹⁴, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

O IQA foi escolhido para a comparação temporal dos cursos hídricos das Bacias por ser um parâmetro extremamente didático e de fácil interpretação. Este parâmetro é calculado apenas para a calha dos principais rios das Bacias PCJ, em alguns pontos de monitoramento, apresentados no decorrer da análise.

As classificações, de acordo com o IQA, são relacionadas conforme demonstra o Quadro 4.2, bem como as cores utilizadas para cada faixa de qualidade.

Quadro 4.2. Classificações do IQA.

Classificação	Faixa de valores	Cor de Identificação
Ótima	79 < IQA = 100	Ciano
Boa	51 < IQA = 79	Verde
Regular	36 < IQA = 51	Amarelo
Ruim	19 < IQA = 36	Vermelho
Péssima	IQA < 19	Púrpura

Fonte: CETESB (2007).

Utilizou-se todos os postos com dados disponíveis. Ressalta-se que apenas uma parcela dos postos possui o índice IQA, uma vez que para o cálculo deste índice são necessários o monitoramento de vários parâmetros, apresentados anteriormente.

a) Rio Camanducaia

No Rio Camanducaia, para a análise do IQA, utilizou-se dados de apenas um ponto de monitoramento,:

- CMDC02900, localizado no cruzamento da Rodovia SP-340 (Campinas – Mogi-Mirim), com o Rio Camanducaia, no município de Paulínia, próximo à foz, no Rio Jaguari.

A Figura 4.1 apresenta os valores de IQA nos anos de 2004, 2005 e 2006, nos pontos descritos.

¹⁴ Quantidade de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável durante um 5 dias, numa temperatura de 20°C

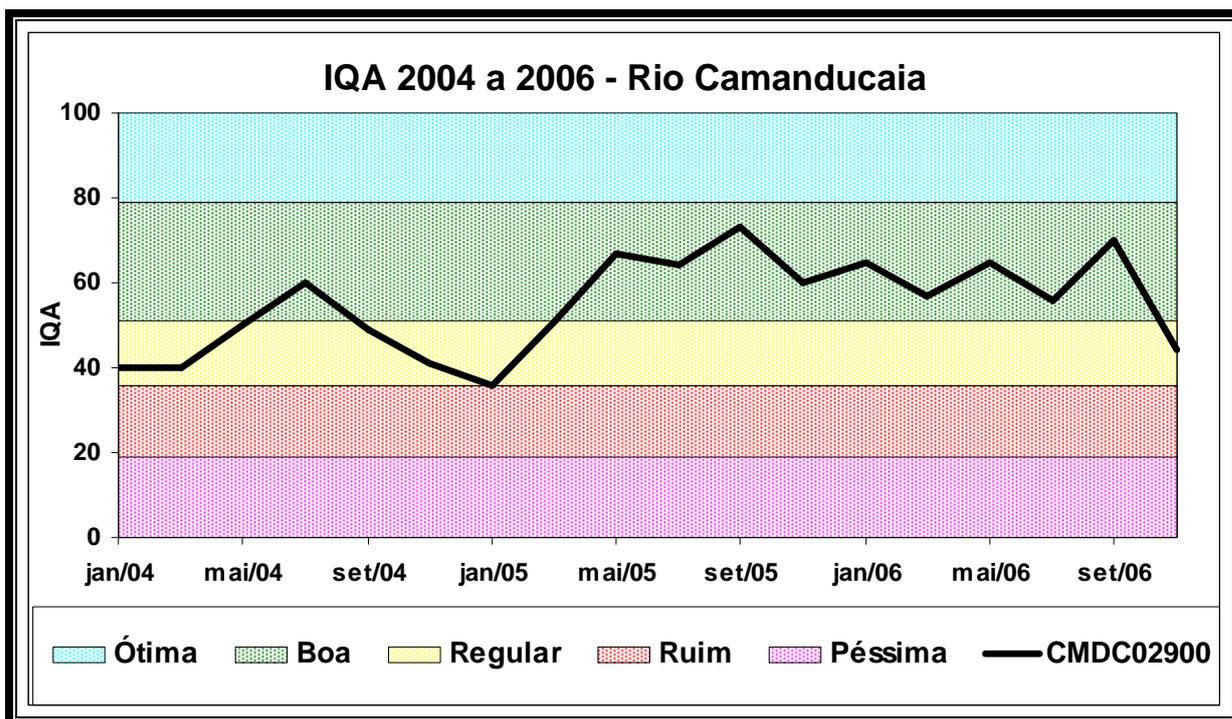


Figura 4.1. Índice IQA dos pontos do Rio Camanducaia (CETESB 2005, 2006 e 2007).

Ao se analisar os valores de IQA ao longo dos anos, nota-se que neste ponto do Rio Camanducaia a qualidade da água é de regular a boa. Durante boa parte dos anos de 2004 e 2005 a qualidade da água do rio foi classificada como boa. O Quadro 4.3 apresenta a distribuição da qualidade da água no horizonte analisado.

Quadro 4.3. Distribuição da classificação das amostras.

Classificação	Média		2004		2005		2006	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Ótima	-	-	-	-	-	-	-	-
Boa	10	56	1	17	4	67	5	83
Regular	7	39	5	83	1	17	1	17
Ruim	1	6	-	-	1	17	-	-
Péssima	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	18	100	6	100	6	100	6	100

Fonte: CETESB (2005, 2006 e 2007).

Das amostras analisadas, em média, 56% se classificam como boa, 39% como regular e 6% como ruim. Das amostras classificadas como boa, 17% se referem a 2004, 67% a 2005 e 83% a 2006, apresentando uma melhora dos níveis de qualidade nos anos de 2005 e 2006, em relação ao ano de 2004.



b) Rio Jaguari

Para a análise do IQA no Rio Jaguari, utilizou-se dados de três pontos de monitoramento, sendo eles:

- JAGR02100: Localiza-se no cruzamento da Rodovia SP-95 (Bragança Paulista-Amparo), com o Rio Jaguari, isto é, em uma área ainda pouco ocupada e pouco industrializada. É o posto mais a montante dos três analisados;
- JAGR02500: Localiza-se próximo à captação conjunta dos municípios de Paulínia e Hortolândia. Situa-se a jusante do primeiro ponto;
- JAGR02800: Localiza-se junto à captação do município de Limeira (município de Americana), próximo à foz, no Rio Piracicaba.

A Figura 4.2 apresenta os valores de IQA nos anos de 2004, 2005 e 2006, nos pontos acima descritos.

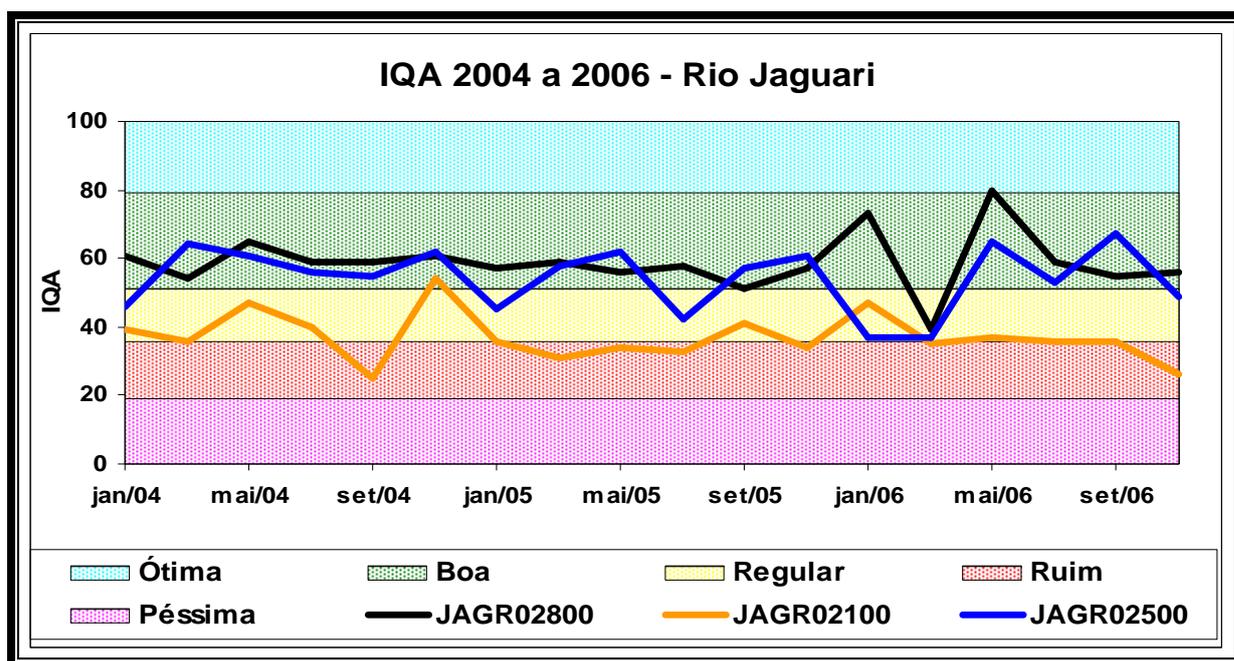


Figura 4.2. Índice IQA dos pontos do Rio Jaguari (CETESB 2005, 2006 e 2007).

Ao se analisar os valores de IQA ao longo dos anos, nota-se que o posto JAGR02100 apresenta os piores níveis de qualidade. Os outros dois pontos mostram um comportamento semelhante, o que se justifica pela proximidade e pela inexistência de grandes fontes de contaminação entre os dois pontos.



Em termos gerais, a qualidade da água do Rio Jaguari varia de ruim a boa. O Quadro 4.4 apresenta a distribuição da qualidade da água no horizonte analisado.

Quadro 4.4. Distribuição da classificação das amostras.

Classificação	Média		2004		2005		2006	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Ótima	1	2	-	-	-	-	1	6
Boa	28	52	12	67	4	22	8	44
Regular	14	26	4	22	9	50	5	28
Ruim	11	20	2	11	5	28	4	22
Péssima	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	54	100	18	100	18	100	18	100

Fonte: CETESB (2005, 2006 e 2007).

Das amostras analisadas, em média, 52% se classificam como boa, 26% se classificam como regular e 20% se classificam como ruim. As amostras classificadas como ótima representam 2% do total. As amostras classificadas como boa (67% em 2004, 22% em 2005 e 44% em 2006) apresentaram uma queda drástica na qualidade das águas em 2005, com uma leve melhora em 2006. Corroborando com esta constatação, as amostras classificadas como regulares somaram 22% em 2004, 50% em 2005 e 28% em 2006.

c) Rio Atibaia

Para a análise do IQA no Rio Atibaia, utilizou-se dados de três pontos de monitoramento, sendo eles:

- ATIB02010: Localiza-se junto à captação de água do município de Atibaia, em uma área ainda pouco ocupada e pouco industrializada;
- ATIB02065: Localiza-se junto à captação do município de Campinas. Ponto a jusante dos municípios de Itatiba, Valinhos e Vinhedo;
- ATIB02605: Localiza-se no cruzamento da Rodovia SP-332 (Campinas-Cosmópolis), no município de Paulínia, a jusante do município de Campinas e parte do município de Paulínia.

A distribuição dos pontos possibilitou a análise do Rio Atibaia em diferentes áreas: pouco urbanizadas, com média urbanização e com alta urbanização. A Figura 4.3 apresenta os valores de IQA nos anos de 2004, 2005 e 2006.

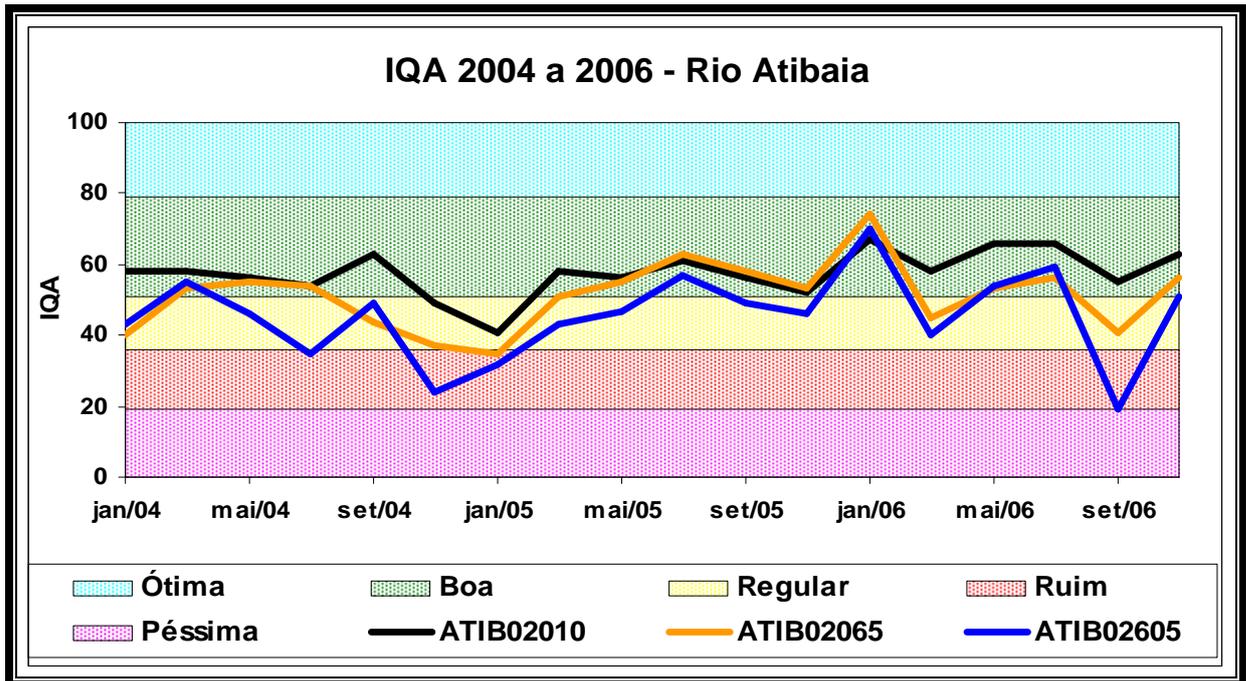


Figura 4.3. Índice IQA dos pontos do Rio Atibaia (CETESB 2005, 2006 e 2007).

Na maior parte do período analisado, o ponto de montante apresentou melhor qualidade de água que os demais pontos, com exceção do mês de janeiro de 2006. O ponto localizado mais a jusante apresenta valores inferiores em relação aos demais pontos, com pequenas exceções. Em termos gerais, a qualidade da água do Rio Atibaia varia de ruim a boa. O Quadro 4.5 apresenta a distribuição da qualidade da água no horizonte analisado.

Quadro 4.5. Distribuição da classificação das amostras.

Classificação	Média		2004		2005		2006	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Ótima	-	-	-	-	-	-	-	-
Boa	32	59	9	50	13	72	13	72
Regular	17	31	7	39	5	28	4	22
Ruim	5	9	2	11	-	-	1	6
Péssima	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	54	100	18	100	18	100	18	100

Fonte: CETESB (2005, 2006 e 2007).

Das amostras analisadas, em média, 59% se classificam como boa, 31% se classificam como regular e apenas 9% se classificam como ruim. As amostras classificadas como boa (50% em 2004, 72% em 2005 e 72% em 2006) demonstraram uma melhora na qualidade das águas do Rio Atibaia.



d) Rio Corumbataí

Para a análise do IQA no Rio Corumbataí, utilizou-se dados de dois pontos de monitoramento, sendo eles:

- CRUM02200 (localiza-se na estrada que liga o Distrito de Assistência a Paraisolândia, no município de Rio Claro);
- CRUM02500 (Localiza-se na captação do município de Piracicaba, próximo à foz do Rio Corumbataí).

A Figura 4.4 apresenta os valores de IQA nos anos de 2004, 2005 e 2006, nos pontos acima descritos.

Ao se analisar os valores de IQA ao longo dos anos, nota-se que no posto CRUM 02200 a qualidade da água é pior em relação à do outro posto, uma vez que o município de Rio Claro lança boa parte dos esgotos *in natura*. Na captação do município de Piracicaba, a água do Rio Corumbataí melhora consideravelmente, estando classificada como regular a boa. O Quadro 4.6 apresenta a distribuição da qualidade da água no horizonte analisado.

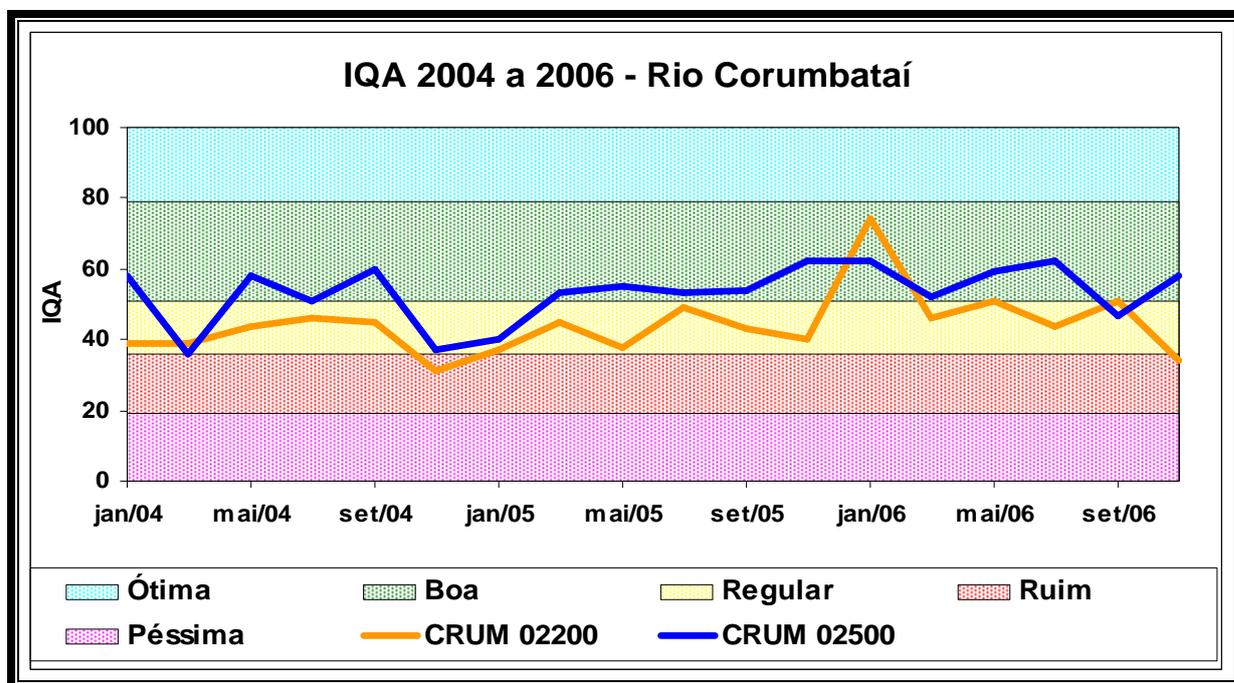


Figura 4.4. Índice IQA dos pontos do Rio Corumbataí (CETESB 2005, 2006 e 2007).

**Quadro 4.6. Distribuição da classificação das amostras.**

Classificação	Média		2004		2005		2006	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Ótima	-	-	-	-	-	-	-	-
Boa	14	39	3	25	7	58	8	67
Regular	19	53	7	58	5	42	3	25
Ruim	3	8	2	17	-	-	1	8
Péssima	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	36	100	12	100	12	100	12	100

Fonte: CETESB (2005, 2006 e 2007).

Das amostras analisadas, em média, 39% se classificam como boa, 53% se classificam como regular e 8% como ruim. Das amostras classificadas como boa, 25% se referem a 2004, 58% a 2005 e 67% a 2006, o que demonstra uma melhora dos níveis de qualidade nos anos de 2005 e 2006, em relação ao ano de 2004.

e) Rio Piracicaba

Para a análise do IQA no Rio Piracicaba utilizou-se dados de seis pontos de monitoramento, sendo eles:

- PCAB02100: Localiza-se na captação do município de Americana, próximo à confluência dos Rios Atibaia e Jaguari;
- PCAB02135: Localiza-se na estrada Americana-Limeira, próximo à divisa de Limeira e Santa Bárbara D'Oeste;
- PCAB02192: Localiza-se na estrada Piracicaba-Limeira, próximo à Usina Monte Alegre;
- PCAB02220: Localiza-se na captação do município de Piracicaba, no início do trecho urbanizado;
- PCAB02800: Localiza-se no distrito de Ártemis, no município de Piracicaba, a jusante da área urbana;
- PCBP02500: Localiza-se na SP-191 (Santa Maria da Serra-São Manoel) em trecho com pouca ocupação e em área já represada.

A Figura 4.5 apresenta os valores de IQA nos anos de 2004, 2005 e 2006, nos pontos descritos.

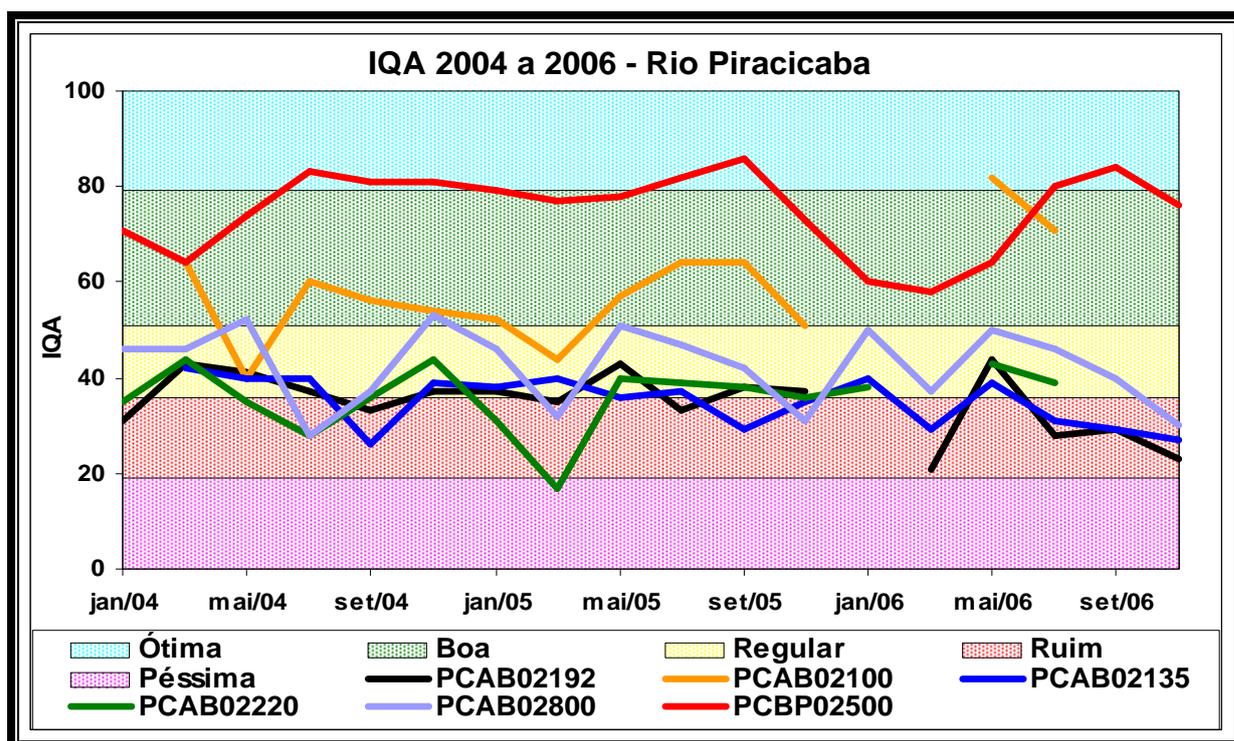


Figura 4.5. Índice IQA dos pontos do Rio Piracicaba (CETESB 2005, 2006 e 2007).

Em alguns postos, os valores de IQA não estavam disponíveis em alguns meses, o que prejudicou a análise. De forma global, nota-se que no ponto PCAB02100, logo após a formação do Rio Piracicaba, a qualidade da água é classificada como boa na maior parte do tempo. Na seqüência (de montante para jusante), os valores de IQA diminuem, chegando aos piores níveis no ponto PCAB02220 (captação de água do município de Piracicaba). Após o município de Piracicaba, a qualidade da água melhora consideravelmente, até atingir o Reservatório de Barra Bonita, onde os níveis de qualidade são de bom a ótimo. O Quadro 4.7 apresenta a distribuição da qualidade da água para o Rio Piracicaba.

Quadro 4.7. Distribuição da classificação das amostras.

Classificação	Média		2004		2005		2006	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Ótima	8	8	3	9	2	6	3	10
Boa	22	22	9	26	8	22	8	27
Regular	41	41	14	41	16	44	8	27
Ruim	27	27	8	24	9	25	10	33
Péssima	2	2	-	-	1	3	1	3
Total	100	100	34	100	36	100	30	100

Fonte: CETESB (2005, 2006 e 2007).



Das amostras analisadas, em média, 8% se classificam como ótimas, 22% como boas, 41% como regulares, 27% como ruins e 2% como péssimas. No ano de 2004, as amostras classificadas como ótimas ou boas somaram 35%. Já no ano de 2005 este percentual ficou em 28% e em 2006 ficou em 37%. As amostras classificadas como ruins e péssimas somaram 24%, 28% e 36%, nos anos de 2004, 2005 e 2006, respectivamente. As amostras classificadas como regulares somaram 41%, 44% e 27% nos anos de 2004, 2005 e 2006, respectivamente.

Nota-se que o número de amostras boas aumentou em 2006, assim como o das amostras ruins. As amostras regulares caíram drasticamente em comparação com os anos anteriores, deixando dúvidas sobre a tendência da qualidade das águas do Rio Piracicaba.

f) Rio Capivari

Para a análise do IQA no Rio Capivari, utilizou-se dados de dois pontos de monitoramento:

- (CPIV 02200) localizado no município de Monte Mor, após a influência do município de Campinas;
- (CPIV02900) localizado próximo à foz, no Rio Tietê.

A Figura 4.6 apresenta os valores de IQA nos anos de 2004, 2005 e 2006, nos pontos descritos.

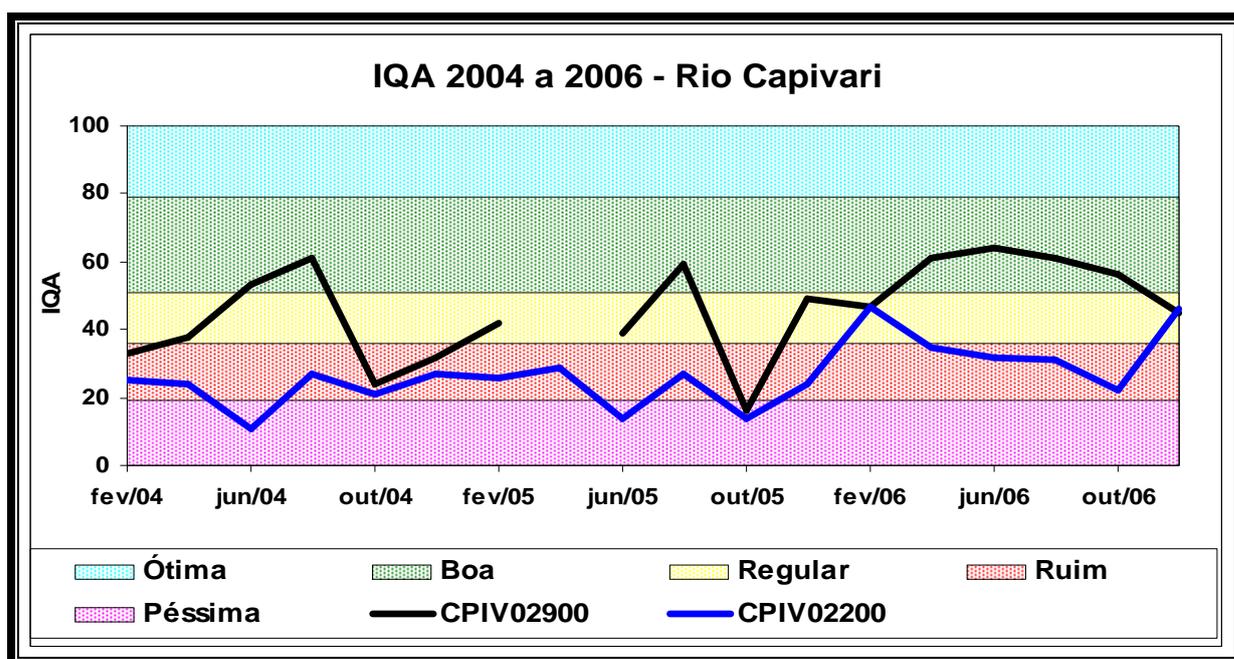


Figura 4.6. Índice IQA dos pontos do Rio Capivari (CETESB 2005, 2006 e 2007).



Analisando-se os valores de IQA, nota-se que o posto CPIV02200, próximo ao município de Monte Mor, apresenta o pior índice de qualidade de água, provavelmente devido aos lançamentos do município de Campinas. No outro ponto, localizado próximo à foz, a qualidade da água melhora. Em termos gerais, a qualidade da água varia de ruim a boa. O Quadro 4.8 apresenta a distribuição da qualidade da água no horizonte analisado.

Quadro 4.8. Distribuição da classificação das amostras.

Classificação	Média		2004		2005		2006	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Ótima	-	-	-	-	-	-	-	-
Boa	7	20	2	17	1	9	4	33
Regular	8	23	1	8	5	45	4	33
Ruim	16	46	8	67	4	36	4	33
Péssima	4	11	1	8	1	9	-	-
Total	35	100	12	100	11	100	12	100

Fonte: CETESB (2005, 2006 e 2007).

Das amostras analisadas, em média, 20% se classificam como boa, 23% como regular e 46% como ruins. As amostras classificadas como ótimas representam 2% do total. As amostras classificadas como boa foram 17% se referem a 2004, 9% a 2005 e 33% a 2006, o que demonstra uma queda drástica na qualidade da águas em 2005, com uma recuperação em 2006. Corroborando com esta constatação, as amostras classificadas como péssimas ou ruins somaram 75% em 2004, 45% em 2005 e 33% em 2006.

g) Rio Jundiáí

Para a análise do IQA no Rio Jundiáí, utilizou-se dados de três pontos de monitoramento:

- JUNA02020 - Localiza-se na área urbana do município de Campo Limpo Paulista. É o posto mais a montante dos três analisados;
- JUNA04270 - Localiza-se próximo à área urbana do município de Indaiatuba (Distrito Itaiçi);
- JUNA04900 - Localiza-se na área urbana de Salto, próximo a foz, no Rio Tietê.

A Figura 4.7 apresenta os valores de IQA nos anos de 2004, 2005 e 2006 para os pontos apresentados acima.

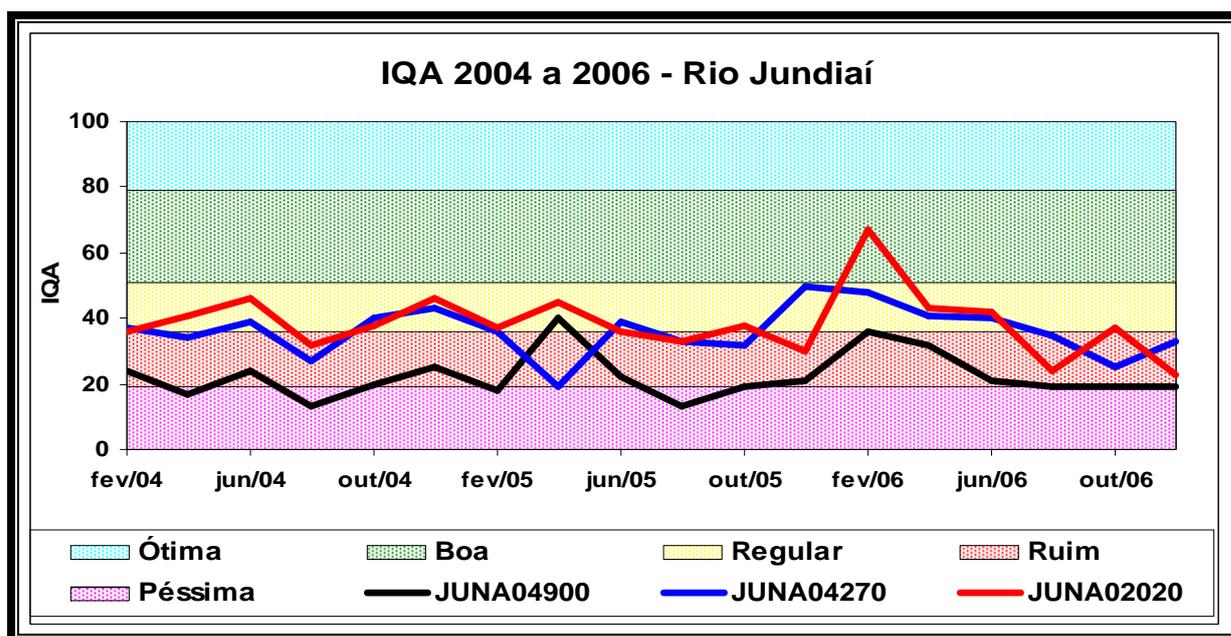


Figura 4.7. Índice IQA dos pontos do Rio Jundiáí (CETESB 2005, 2006 e 2007).

O trecho de pior qualidade da água do Rio Jundiáí localiza-se próximo à foz, no município de Salto. De maneira geral, a qualidade da água piora de montante para jusante, o que se justifica pela concentração de municípios após o primeiro posto (JUNA 02020). Em termos gerais, a qualidade da água do Rio Jundiáí varia de boa a péssima, concentrando-se nas faixas de regular a ruim. O Quadro 4.9 apresenta a distribuição da qualidade da água no horizonte analisado.

Quadro 4.9. Distribuição da classificação das amostras.

Classificação	Média		2004		2005		2006	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Ótima	-	-	-	-	-	-	-	-
Boa	1	2	-	-	-	-	1	6
Regular	20	37	8	44	8	44	6	33
Ruim	29	54	8	44	8	44	11	61
Péssima	4	7	2	11	2	11	-	-
Total	54	100	18	100	18	100	18	100

Fonte: CETESB (2005, 2006 e 2007).

Das amostras analisadas, em média, tem-se 37% como regular, 54% como ruim e 7% como péssima. As amostras não apresentam nenhuma tendência de alteração do estado da qualidade da água. A única alteração significativa foi no mês de Fevereiro/2006, no ponto JUNA02020, cuja água foi classificada como boa, sendo a única amostra, no período analisado, a obter esta classificação.



4.1.1. Conclusão

De maneira geral, a tendência da qualidade das águas superficiais é de melhoria no desempenho do IQA, pois os investimentos estão se concentrando na área de coleta e tratamento dos esgotos sanitários, nas Bacias PCJ. Embora o IQA apresente inúmeras vantagens de análise, nos próximos relatórios de situação sugere-se a análise de mais indicadores, como o IAP (Índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público), IVA (Índice de qualidade para a proteção da vida aquática) e IET (Índice de estrada trófico), já utilizados pela CETESB, uma vez que a análise conjunta destes indicadores possibilita um panorama geral e abrangente da qualidade das águas nas Bacias PCJ.

4.2. Qualidade das águas subterrâneas

A água subterrânea dos aquíferos que ocorrem nas Bacias PCJ apresenta, em geral, boa qualidade, permitindo sua utilização, normalmente, sem restrições, para o abastecimento público, usos industriais, dessedentação animal e irrigação. As exceções, com zonas restritas, são porções mais profundas do aquífero Tubarão e de áreas localizadas do aquífero Passa Dois, normalmente muito mineralizadas.

Segundo o Relatório de Qualidade de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo 2004-2006 (CETESB, 2007), as Bacias PCJ possuem 12 pontos de monitoramento da qualidade de águas subterrâneas, conforme apresenta a Figura 4.8.

Os pontos de monitoramento localizados no Aquífero pré-Cambriano são poços tubulares utilizados para o abastecimento público, exceto o de Amparo, que está localizado em uma indústria de papel. Os resultados das análises mostram, para essa região, que as águas são mais alcalinas, com sólidos totais dissolvidos variando entre 97 e 393 mg/L, dureza entre 13 e 137 mg/L e condutividade elétrica de 65 a 388 $\mu\text{S}/\text{cm}$, além da presença de bactérias heterotróficas e coliformes totais. Houve acréscimo na concentração desses parâmetros, principalmente em relação ao monitoramento no período de 1998-2000. O fluoreto apresenta resultados variando entre 0,4 e 12 mg/L.

Os pontos que integram a rede de monitoramento no Aquífero Tubarão são cinco, dos quais três são poços tubulares utilizados para abastecimento público. Os outros pontos monitorados são nascentes, sendo uma localizada no município de Americana e outra em Paulínia, ambas muito utilizadas para consumo de água pela população.

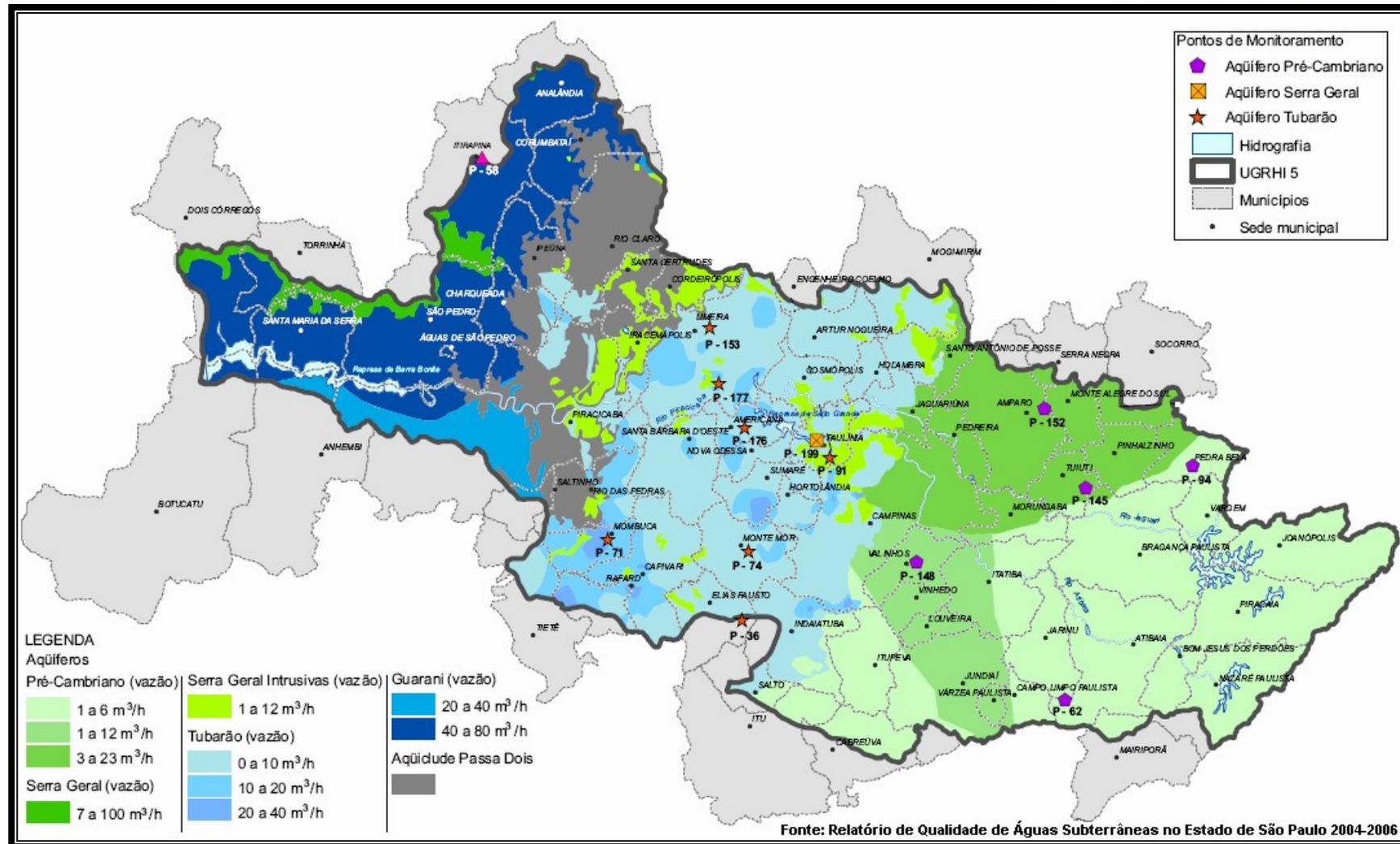


Figura 4.8. Localização dos pontos de monitoramento em relação às Bacias PCJ. (CETESB 2007)



As águas têm pH predominantemente básico, apresentando, como no Aquífero pré-Cambriano, grande amplitude de variação para a condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e dureza, embora com valores pontuais maiores. As concentrações de sódio também são elevadas e as de nitrato mostram amplitude de variação. As concentrações máximas e mínimas obtidas, no período de 2004 a 2006 são apresentadas no Quadro 4.10.

Quadro 4.10. Concentrações mínimas e máximas, por aquíferos, nas Bacias PCJ.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquíferos	
			Pré-Cambriano	Tubarão
pH	...	6,0 - 9,5	6,1 - 9,1	6,6 - 9,7
Temperatura	°C	-	21 - 26	21 - 28,3
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	65 - 388	75,6 - 446
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	97 - 393	10 - 542
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	500	13 - 137	2 - 232
Alcalinidade Bicarbonato	mg/L CaCO ₃	-	39 - 120	72 - 164
Alcalinidade Carbonato	mg/L CaCO ₃	-	<2 - 17	0 - 40,3
Alcalinidade Hidróxido	mg/L CaCO ₃	-	<2	0 - <2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L C	-	1,08 - 7,35	1 - 13
Alumínio Total	mg/L Al	0,2	<0,01 - 0,15	0,01 - 0,19
Antimônio Total	mg/L Sb	0,005	<0,002	<0,002
Bário Total	mg/L Ba	0,7	<0,005 - 0,14	<0,005 - 0,13
Boro	mg/L Ba	5	<0,03 - 0,11	<0,03 - 0,83
Cálcio Total	mg/L Ca	-	2 - 85	0,9 - 94
Cádmio Total	mg/L Cd	0,005	<0,0001	<0,0001
Cloreto	mg/L Cl	250	0,5 - 18	0,5 - 39,7
Chumbo Total	mg/L Pb	0,01	<0,002 - 0,003	<0,002 - 0,005
Cobre	mg/L Cu	2	<0,01 - 0,01	<0,01 - 0,09
Cromo Total	mg/L Cr	0,05	<0,0005 - 0,002	<0,0005 - 0,002
Ferro Total	mg/L Fe	0,3	<0,01 - 2,66	<0,01 - 0,5
Fluoreto	mg/L F	1,5	0,2 - 12	0,1 - 1,27
Magnésio Total	mg/L Mg	-	0,4 - 12,8	0,04 - 20,4
Manganês Total	mg/L Mn	0,4	<0,005 - 0,12	<0,004 - 0,22
Nitrogênio Nitrato	mg/L N	10	0,11 - 1,4	0,2 - 8
Nitrogênio Nitrito	mg/L N	1	<0,004 - 0,003	<0,004 - 0,03
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	-	0,04 - 0,8	<0,03 - 0,61
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg/L N	-	0,05 - 1,5	<0,05 - 1,39
Potássio	mg/L K	-	1,3 - 3,57	0,15 - 2,49
Sódio Total	mg/L Na	200	4,0 - 89,4	10,4 - 138
Sulfato	mg/L SO ₄	250	2 - 28	<2 - 50,6
Zinco	mg/L Zn	5	0,01 - 0,39	<0,01 - 0,14
Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	500	0 - 1300	0 - 90
Coliformes Totais	P/A/100ml	Ausente	Presente em 6 de 30 amostras	Presente em 4 de 40 amostras
<i>Escherichia coli</i> ou Coliformes Termotolerantes	P/A/100ml	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo 2004-2006 (CETESB, 2007).

4.2.1. Vulnerabilidade dos aquíferos – trecho paulista

As áreas mais vulneráveis do trecho paulista das Bacias PCJ são aquelas localizadas nos aluviões dos principais cursos d'água e nos locais de afloramento das principais unidades aquíferas, notadamente das formações Pirambóia e Botucatu, que constituem áreas de recarga do aquífero Guarani. O mapa de vulnerabilidade para o trecho paulista é apresentado no Desenho 13.

Pela importância das águas subterrâneas como reserva estratégica em termos de recursos hídricos, inclusive abastecendo integralmente pequenos municípios ou parcialmente outros importantes, devem ser efetuadas ações de planejamento, com vistas à preservação da qualidade das águas subterrâneas.

➤ **Vulnerabilidade natural e risco de poluição na região de Campinas**

O Instituto Geológico, órgão do Governo do Estado de São Paulo, realizou na região de Campinas os seguintes estudos:

- Mapeamento da vulnerabilidade natural dos aquíferos fraturados pré-cambrianos da Região Metropolitana de Campinas - 2002;
- Susceptibilidade a processos geodinâmicos e vulnerabilidade de aquíferos à contaminação: aplicação a terrenos da Região Metropolitana de Campinas - 2003.

São trabalhos importantes, pois detalham metodologia para estudos em aquíferos fraturados, aplicando-se à área de maior população das Bacias PCJ. São considerados fatores como intensidade de fraturamento, espessura da zona não saturada, lineamentos regionais, entre outros.

Considerando-se que mais da metade das Bacias PCJ estão sobre estes aquíferos (Cristalino Pré-Cambriano, Diabásio e Serra Geral), deve-se ressaltar a importância de novos estudos nesta área, considerando-se a necessária abordagem de estudos de detalhe neste tipo de aquífero.

4.2.2. Qualidade das águas subterrâneas – trecho mineiro

Segundo informações obtidas nos estudos de SOUZA (1995), o qual aborda grande número de dados relativos ao cadastramento de poços tubulares perfurados no Estado até 1993 pela COPASA, torna-se possível extrapolar, dentro do levantamento aqui pretendido,

os dados médios resultantes dos estudos estatísticos para o domínio de abrangência dos sistemas aquíferos gnáissico-graníticos, que circunscvem a área da APA Fernão Dias.

Inicialmente, quanto à disponibilidade bruta de informações, a porção sul de Minas Gerais, mais especificamente aquela localizada próximo aos meridianos 45°40' e 46°40' e paralelos 22°30' e 22°45', apresenta isolinhas de densidade de poços profundos variando entre menos que cinco até um número de 20 poços em cada 1.000 km².

Em relação aos ambientes definidos por SOUZA (1995) para o enquadramento das variáveis físicas de pluviosidade, relevo e capacidade de infiltração, pode ser descrita apenas uma área tipológica homogênea, sendo caracterizada por domínios com rendimento superficial médio ou elevado em regime torrencial, com médias ou altas contribuições específicas e variação intra-anual intensa, com cheias e estiagens pronunciadas; a pluviosidade anual está entre 1.000 e 1.500 mm; o relevo é fortemente ondulado a montanhoso, com declividades superiores a 20%. Há predominância de terrenos com baixa capacidade de infiltração, cujos solos são argilosos e associados a substrato rochoso de baixa permeabilidade.

Em se tratando de dados correspondentes às vazões específicas esperadas na exploração dos sistemas aquíferos em questão, tem-se valores mais comuns observados em toda a porção centro-oeste da área, menores que 0,10 L/s.m, e uma pequena porção próxima à cabeceira do Rio Jaguari, a leste, em torno de 0,20 L/s.m. Para vazões específicas por metro de penetração nos aquíferos, tem-se, para toda a área, valores menores que 0,002 L/s.m. Em termos de vazões máximas explotáveis, esperadas na operação continuada de poços profundos, são visualizados dois domínios distintos, o primeiro, referente à parte oeste da área, correspondendo a vazões máximas de 5 L/s, e o segundo, na porção leste, para valores entre 5 e 10 L/s.

Quanto às características físico-químicas correspondentes ao teor de sais dissolvidos nas águas subterrâneas, medidos pela condutividade elétrica, repara-se que quase toda a área está inserida em domínios cujos valores estão entre 150 e 200 µS/cm, e apenas uma porção do extremo leste apresenta valores entre 200 e 250 µS/cm. Em geral, são águas favoráveis para irrigação e boas para o abastecimento público.