# III. QUALIDADE DAS ÁGUAS

## 1. Classificação da Bacia do Rio Jundiaí-Mirim

De acordo com o Decreto 10.755/77, o qual dispõe sobre o enquadramento dos corpos d´água, o rio Jundiaí-Mirim e seus afluentes, até o ponto de captação de água para abastecimento do município de Jundiaí, são enquadrados dentro da Classe I que possuí as seguintes características quanto ao destino de suas águas:

- Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento simplificado.
- Águas próprias à proteção das comunidades aquáticas
- À recreação de contato primário (natação, esqui aquático, mergulho).
- À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
- À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

O artigo 4º desse Decreto define os seguintes limites e/ou condições com relação a:

a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
b) óleos e graxas : virtualmente ausentes;
c) substâncias que comuniquem gosto ou dor: virtualmente ausentes;
d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;
e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26.º desta Resolução. As águas utilizadas para a irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvam rentes ao solo e que são consumidas cruas, sem remoção de casca ou película, não devem ser poluídas por excrementos humanos, ressaltando-se a necessidade de inspeções sanitárias periódicas. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 militros em 80% ou mais de pelo menos e 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 1.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.
g) $DBO_5$ dias a 20º até 3 mg/$IO_2$;
h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/$IO_2$;
i) Turbidez: até 40 unidades nefelométrica de trubidez (UNT);
j) Cor: nível de cor natural do corpo de água em mgPt/l
l) pH : 6,0 a 9,0;
m) Substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos):

| | |
|---|---|
| Alumínio : | 0,1 mg/l Al |
| Amônia não ionizável: | 0,02 mg/l $NH_3$ |
| Arsênio: | 0,05 mg/l As |
| Bário: | 1,0 mg/l Ba |
| Berilo: | 0,1 mg/l Be |
| Boro: | 0,75 mg/l B |
| Benzeno: | 0,01 mg/l |
| Benzo-a-pireno: | 0,00001 mg/l |
| Cádmio: | 0,001 mg/l Cd |
| Cianetos: | 0,01 mg/l CN |

| | |
|---|---|
| Chumbo: | 0,03 mg/l Pb |
| Cloretos: | 250 mg/l Cl |
| Cloro Residual: | 0,01 mg/l Cl |
| Cobalto: | 0,2 mg/l Co |
| Cobre: | 0,02 mg/l Cu |
| Cromo Trivalente: | 0,5 mg/l Cr |
| Cromo Hexavalente: | 0,05 mg/lCr |
| 1,1 dicloroetano: | 0,0003 mg/l |
| 1,2 dicloroetano: | 0,01 mg/l |
| Estanho: | 2,0 mg/l Sn |
| Indice de Fenóis: | 0,001 mg/l $C_6$ $H_5OH$ |
| Ferro solúvel: | 0,3 mg/l $F_e$ |
| Fluoretos: | 1,4 mg/l F |
| Fosfatos total: | 0,025 mg/l P |
| Lítio: | 2,5 mg/l Li |
| Manganês: | 0,1 mg/l Mn |
| Mercúrio: | 0,0002 mg/l Hg |
| Níquel: | 0,025 mg/l Ni |
| Nitrato: | 10 mg/l N |
| Nitrito: | 1,0 mg/ N |
| Prata: | 0,01 mg/l Ag |
| Pentaclorofenol: | 0,01 mg/l |
| Selênio: | 0,01 mg/l Se |
| Sólidos dissolvidos totais | 500 mg/l |
| Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno : | 0,5 mg/l LAS |
| Sulfatos : | 250 mg/l $SO_4$ |
| Sulfetos (como $H_2S$ não dissociado) : | 0,002 mg/l S |
| Tetracloroeteno : | 0,01 mg/l |
| Tricloroeteno : | 0,03 mg/l |
| Tetracloreto de carbono | 0,003 mg/l |
| 2, 4, 6 triclorofenol : | 0,01 mg/l |
| Urânio total : | 0,02 mg/l U |
| Vanádio: | 0,1 mg/l V |
| Zinco: | 0,18 mg/l Zn |
| Aldrin: | 0,01 ug/l |
| Clordano: | 0,04 ug/l |
| DDT: | 0,002 ug/l |
| Dieldrin: | 0,005 ug/l |
| Endrin: | 0,004 ug/l |
| Endossulfan: | 0,056 ug/l |
| Epôxido de Heptacloro: | 0,01 ug/l |
| Heptacloro: | 0,01 ug/l |
| Lindano(gama-BHC) | 0,02 ug/l |
| Metaxicloro | 0,03 ug/l |
| Dodecacloro + Nonacloro: | 0,001 ug/l |
| Bifenilas Policloradas (PCB’s): | 0,001 ug/l |
| Toxafeno: | 0,01 ug/l |
| Demeton: | 0,1 ug/l |
| Gution: | 0,005 ug/l |
| Malation: | 0,1 ug/l |
| Paration: | 0,04 ug/l |
| Carbaril: | 0,02 ug/l |
| Compostos organofosforados e carbamatos totais: | 10,0 ug/l em Paration |
| 2,4 - D : | 4,0 ug/l |
| 2,4,5 - TP: | 10,0 ug/l |
| 2,4,5 - T : | 2,0 ug/l |

Para se analisar a situação dos corpos d´água, elaborou-se um plano de informação no SIG, a partir do levantamento aerofotogramétrico de 1993, onde foram mapeadas as áreas de represa, lagos, rios e córregos. Como entre 1996 e 1998, foi construída uma nova barragem próxima a Estação de Captação de Água do município, utilizou-se a imagem de satélite de 1999, para mapear e atualizar a represa formada com a nova barragem.

As ações de monitoramento da qualidade das águas na bacia do rio Jundiaí-Mirim estão sob a responsabilidade do DAE S.A. (Departamento de Águas e Esgoto). Através de discussões com os técnicos da DAE, definiu-se novos pontos de amostragem e monitoramento da qualidade da água, incluindo alguns afluentes do rio Jundiaí-Mirim, localizados nos municípios de Jarinu e Campo Limpo Paulista. Ao todo são 23 pontos de amostragem de água (Figura 1 e Tabela 1), sendo que todos os afluentes do rio Jundiaí-Mirim estão contemplados nesse monitoramento.

Essa nova etapa de monitoramento, que inclui pontos de amostragem nos municípios de Jarinu e Jundiaí vem sendo executada pela DAE S.A. desde Janeiro de 2002 e segue uma periodicidade de amostragem que varia em função do tipo de análise a ser realizada. Na Tabela 2, tem-se a relação dos parametros químicos e físicos analisados, com a respectiva periodicidade.

Para faciliar a análise e interepretação dos resultados, criou-se um banco de dados no programa Microsoft Access, com os resultados analíticos de todo o ano de 2002 e parte do ano de 2003 (de Janeiro a Julho de 2003). Nas Figuras 2 e 3 apresenta-se duas telas do banco de dados para entrada dos resultados das análises de água.

Inicialmente procedeu-se uma análise estatística descritiva (Média, Desvio Padrão, Máximos e Mínimos) e elaborou-se alguns gráficos e Figuras para apresentação dos resultados. Deve-se ressaltar que o monitoramento da qualidade da água é um processo contínuo e constitui-se numa das atividades que estarão sendo desenvolvidas mesmo após a conclusão desse projeto.

Tabela 1. Relação dos pontos de amostragem de água na bacia do rio Jundiaí-Mirim

| No. Ponto | Descrição |
|---|---|
| **1** | **Escada Dissipação** |
| **2** | **Córrego Tanque** |
| **3** | **Ribeirão do Perdão 1** |
| **4** | **Ribeirão dos Soares** |
| **5** | **Ribeirão Albino** |
| **6** | **Ribeirão do Perdão 2** |
| **7** | **Córrego Caxambuzinho** |
| **8** | **Córrego da Roseira** |
| **9** | **Ribeirão da Toca** |
| **10** | **Rio Jundiaí-Mirim (Toca)** |
| **11** | **Ribeirão Ponte Alta** |
| **12** | **Rio Jundiai-Mirim (Caxambu)** |
| **13** | **Córrego do Areião (Rosaura)** |
| **14** | **Rio Jundiai-Mirim (Caxambu)** |
| **15** | **Caxambu** |
| **16** | **Córrego Ananás** |
| **17** | **Rio Jundiai-Mirim (Ponte do Fava)** |
| **18** | **Rio Jundiai-Mirim (Pinheirinho)** |
| **19** | **Córrego do Tarumã** |
| **20** | **Pinheirinho** |
| **21** | **Represa de Acumulação** |
| **22** | **Parque Centenário** |
| **23** | **Rio Jundiai-Mirim (Horto)** |
| **24** | **Represa de Captação** |

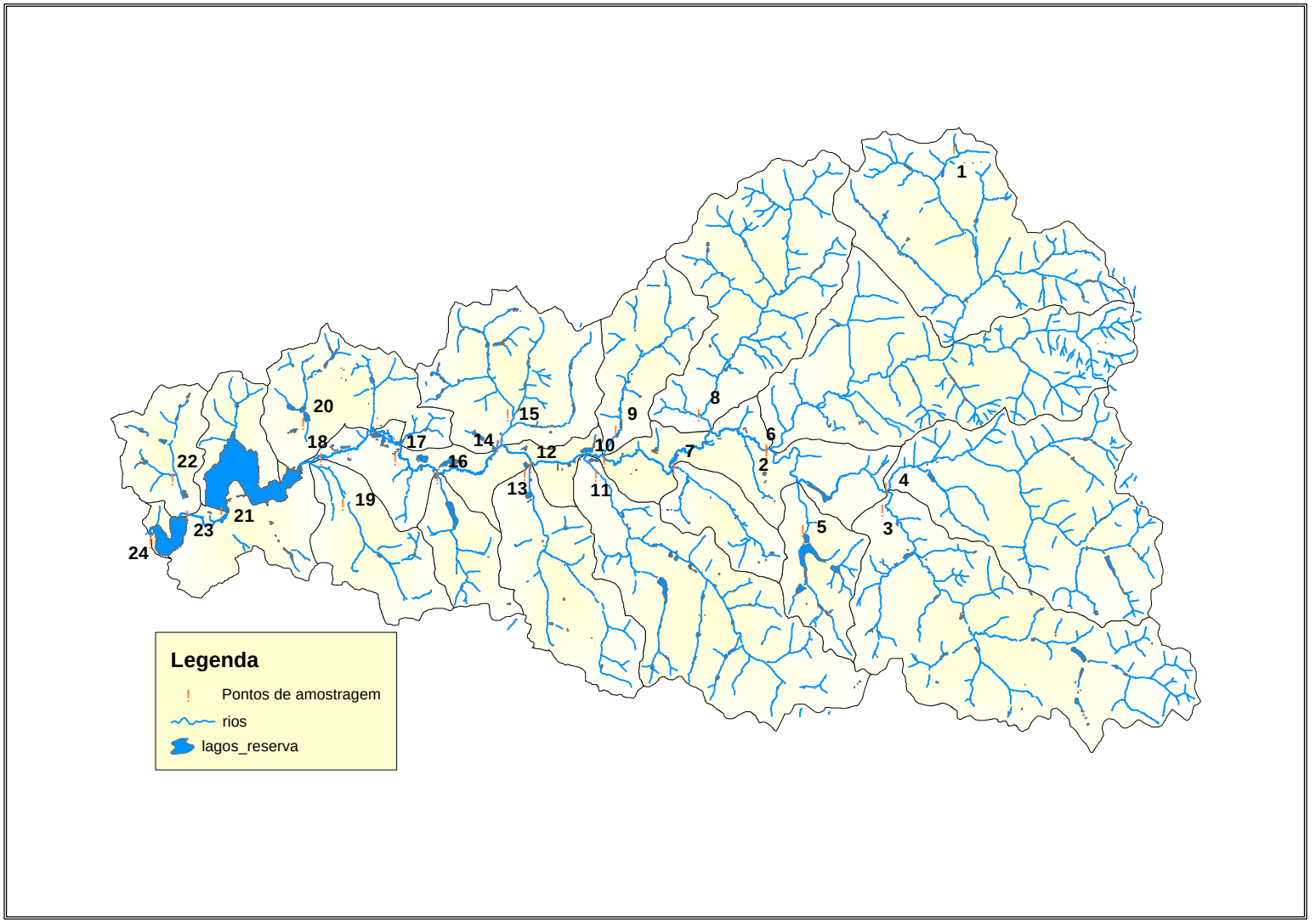


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem de água

**TABELA 2: Parâmetros Físico-químicos x Periodicidade das Análises nos Pontos de Amostragem**

| *Parâmetros* | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* | *20* | *21* | *22* | *23* | *24* | *1 A* | *1 B* | *Ati* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Alcalinidade (CO3)* | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | * | | | * | * | * | * |
| *Alcalinidade (HCO3)* | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | * | | | * | * | * | * |
| *Alcalinidade (OH)* | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | * | | | * | * | * | * |
| *Condutividade elétrica* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Cor* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Ferro* | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | * | | | * | * | * | * |
| *Fosfato* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Manganês* | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | * | | | * | * | * | * |
| *Nitrato* | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | * | | | * | * | * | * |
| *Nitrito* | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | * | | | * | * | * | * |
| *Nitrogênio Amoniacal* | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | * | | | * | * | * | * |
| *Nitrogênio Total* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *O.C.* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *O.D.* | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *PH* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Surfactantes* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Turbidez* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

**Tabela 3: Parâmetros Microbiológicos x Periodicidade das Análises nos Pontos de amostragem**

| *Parâmetros* | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* | *20* | *21* | *22* | *23* | *24* | *1 A* | *1 B* | *Ati* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Coliformes fecais* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Coliformes Totais* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Fitoplâncton* | | * | * | | * | | | | | | | | | | | * | | | | * | * | | | * | * | * | * |

- Amostragens mensais
- Amostragens semanais
- Amostragens diárias

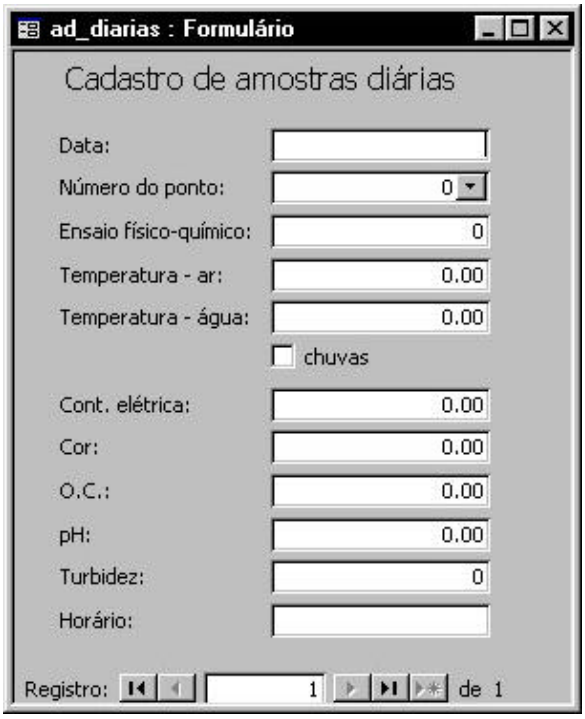


**Figura 2. Formulário do banco de dados para entrada de análises com frequência amostral diária**

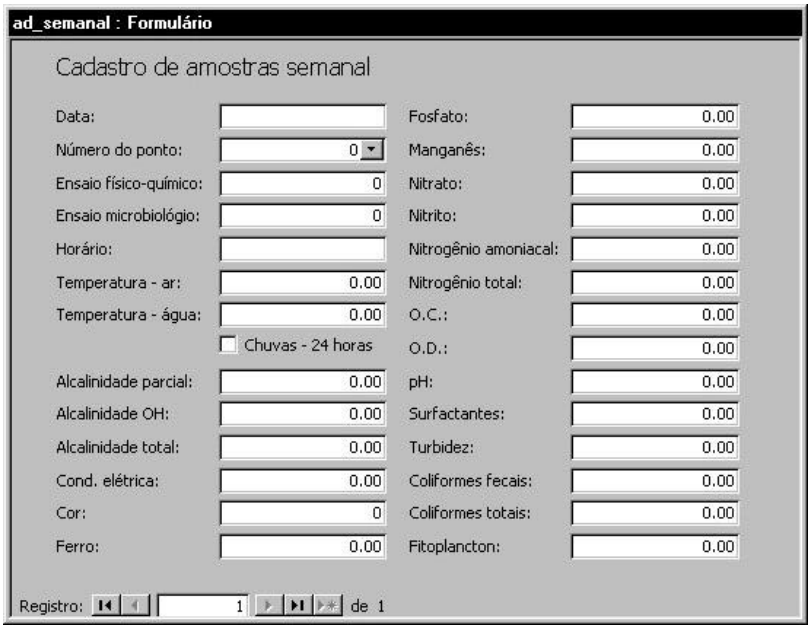


**Figura 3. Formulário do banco de dados para entrada de análises com frequência amostral semanal**

## 2. Monitoramento da qualidade da água – 2002/2003

### *2.1 Coliformes Fecais*

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os generos Klebsiella, Escherichia, Serratia, Erwenia e Enterobactéria. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5oC e são capazes de fermentar o açúcar. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desinteria bacilar e cólera.

Nas Figuras 4 e 5, tem-se os valores médios de coliformes fecais (N.M.P / 100ml) nos pontos analisados ao logo da Bacia do Rio Jundiaí-Mirim, respectivamente para os anos de 2002 e 2003. O limite estabelecido pela CETESB é de 200 N.M.P. Para o ano de 2002 apenas os pontos 20 (Pinheirinho), 21 (Represa de acumulação) e 24 (Represa de captação), apresentaram resultados médios inferiores ao limite estabelecido pela CETESB. Para o ano de 2003, apenas o ponto 21 (Represa de acumulação) teve média inferior a 200.

Apesar do município contar com uma rede de captação e tratamento de esgotos urbanos, nem toda a área da bacia do rio Jundiaí-Mirim é atendida pelo emissário de cota de esgoto. Os resultados mostram entretanto uma situação alarmante, visto que a grande maioria dos pontos de amostragem de água apresentou teores médios de coliformes fecais superiores a 1000 N.M.P / 100ml, além dos casos mais graves como as subbacias da Roseira (47978 N.M.P / 100ml em 2002 e 23533 N.M.P/100ml em 2003), córrego do Areião (17139 N.M.P / 100ml em 2002 e 17525 N.M.P/100ml em 2003) e a sub-bacia do córrego Ponte Alta, bairro de Ivoturucaia onde apesar de ter ocorrido alguns rompimentos do emissário de esgoto, o valor médio para o ano de 2002 foi de 264000 N.M.P / 100ml enquanto para 2003 a média foi de 110957 N.M.P /100ml.

Ainda pelas Figura 4 e 5, observa-se que nos pontos próximos a represa de acumulação e na própria represa de acumulação, os teores de coliformes fecais são bem menores, sendo que na represa de acumulação o valor médio de 2002 foi de 61 N.M.P / 100ml

.

Como ao longo de todo o manancial existem várias áreas de cultivo de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvem rentes ao solo e que são consumidas cruas, sem remoção de casca ou película, os altos índices de coliformes fecais mostram uma situação preocupante de saúde pública principalmente se considerarmos que nesses locais existem vários produtores que fazem uso de sistemas de irrigação no local. O levantamento dos pontos de captação de água detectou alguns locais de despesjo clandestino de esgoto nos afluentes do rio Jundiaí-Mirim, como mostra as Fotos 1 e 2.

Nas Figuas 6 e 7, tem-se a distribuição média de colifomes fecais nas diferenes sub-bacias hidrográficas para os anos de 2002 e 2003, respectivamente.As sub-bacias com maior incidência de urbanização e parcelamento irregular do solo, ocorrência de loteamentos irregulares, são as que apresentaram problemas de ocorrência de coliformes fecais em níveis muito acima do limite da CETESB.

## *2.2 Fosfato e Surfactantes*

Nas Figuras 8 e 9 tem-se a distribuição dos teores de Fósforo Total em 2002 e 2003, respectivamente. Os valores de P-total variaram de 0,01 a 0,52 mg/L , enquanto que o limite estabelecido pela CETESB é de 0,025 mg/l. Tanto para 2002 como 2003, os valores médios de Fosfato em todos os pontos analisados ficaram bem acima do valor limite estabelecido pela CETESB para corpos d´água pertencentes a Classe I. A presença de fosfatos em níveis elevados está diretamente associada à contaminação proveniente de fertilizantes arrastados durante processos erosivos. Cultivos agrícolas próximos às margens dos rios, desprovidas de mata ciliar, também favorecem a contaminação dos manaciais. Altas concentrações de fosfatos na água estão associadas com a eutrofização da mesma, provocando o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas desagradáveis em reservatórios ou águas paradas.

Já no caso dos surfactantes, o principal incoveniente dos detergentes na água se relaciona aos fatores estéticos, devido à formação de espumas em ambientes aeróbios. O monitoramento da qualidade da água realizado entre 2002 e 2003, mostrou que em 2002 não houve grandes alterações nesse componente e, em todos os pontos analisados, os teores ficaram abaixo do limite estabelecido para manancial de Classe I Figura 10 e 11). Em 2003 observou-e alguns pontos com valores acima do limite, localizados nas sub-bacias da Roseira, Toca, Caxambu e Tarumã.

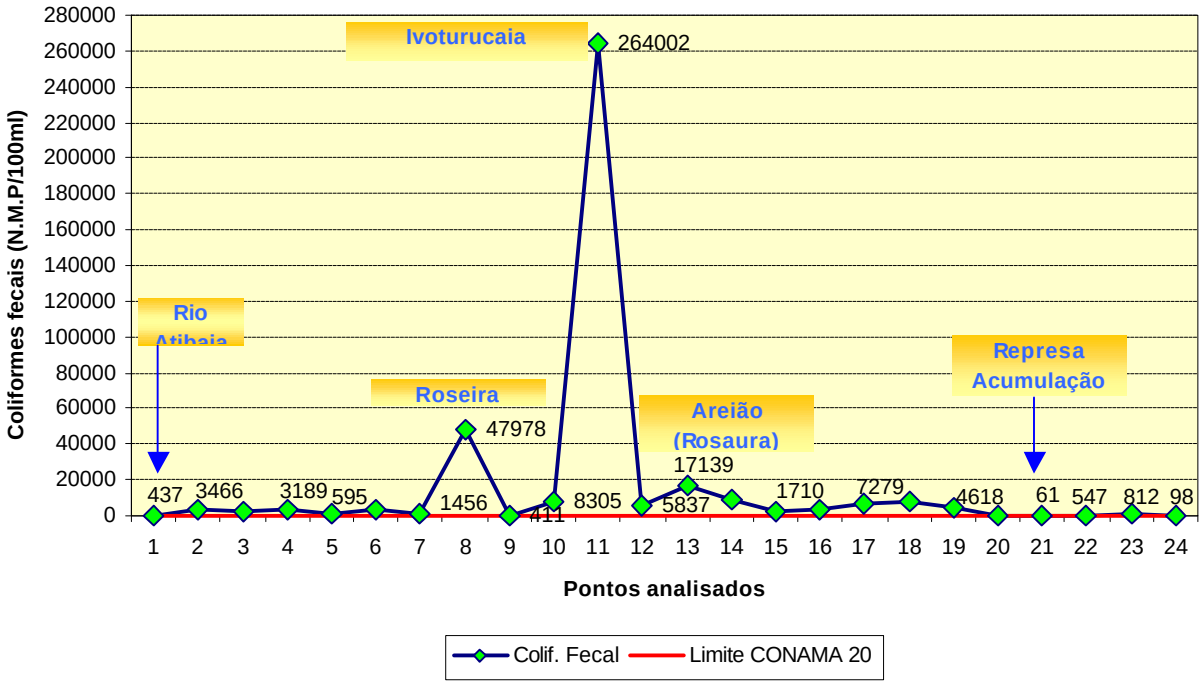


**Figura 4. Quantidade de coliforme fecal nos pontos de amostragem de água - 2002**

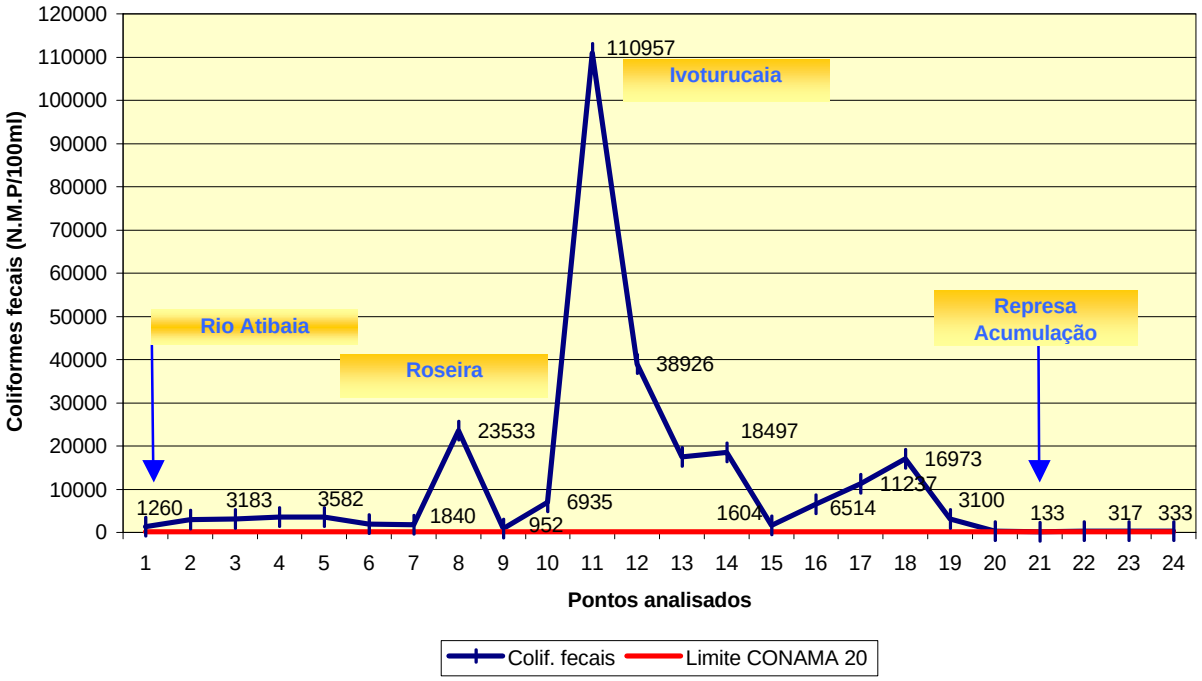


**Figura 5. Quantidade de coliforme fecal nos pontos de amostragem de água - 2003**

**Foto 1. Lançamento de esgoto.**

**Foto 2. Lançamento de esgoto no córrego Ponte Alta (Ivoturucaia)**

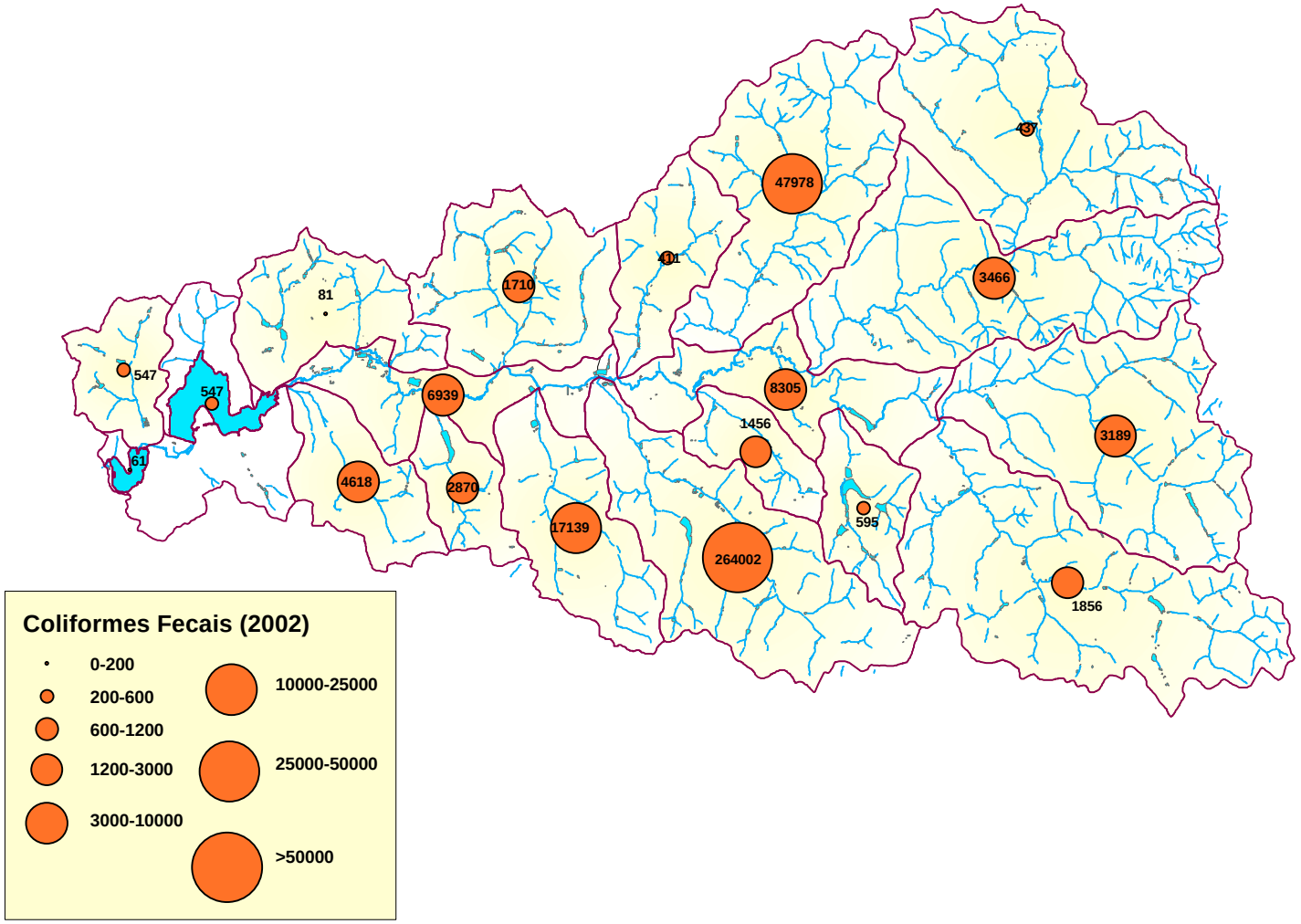


**Figura 6, Distribuição dos teores de coliformes fecais nas diferentes sub-bacias (2002)**

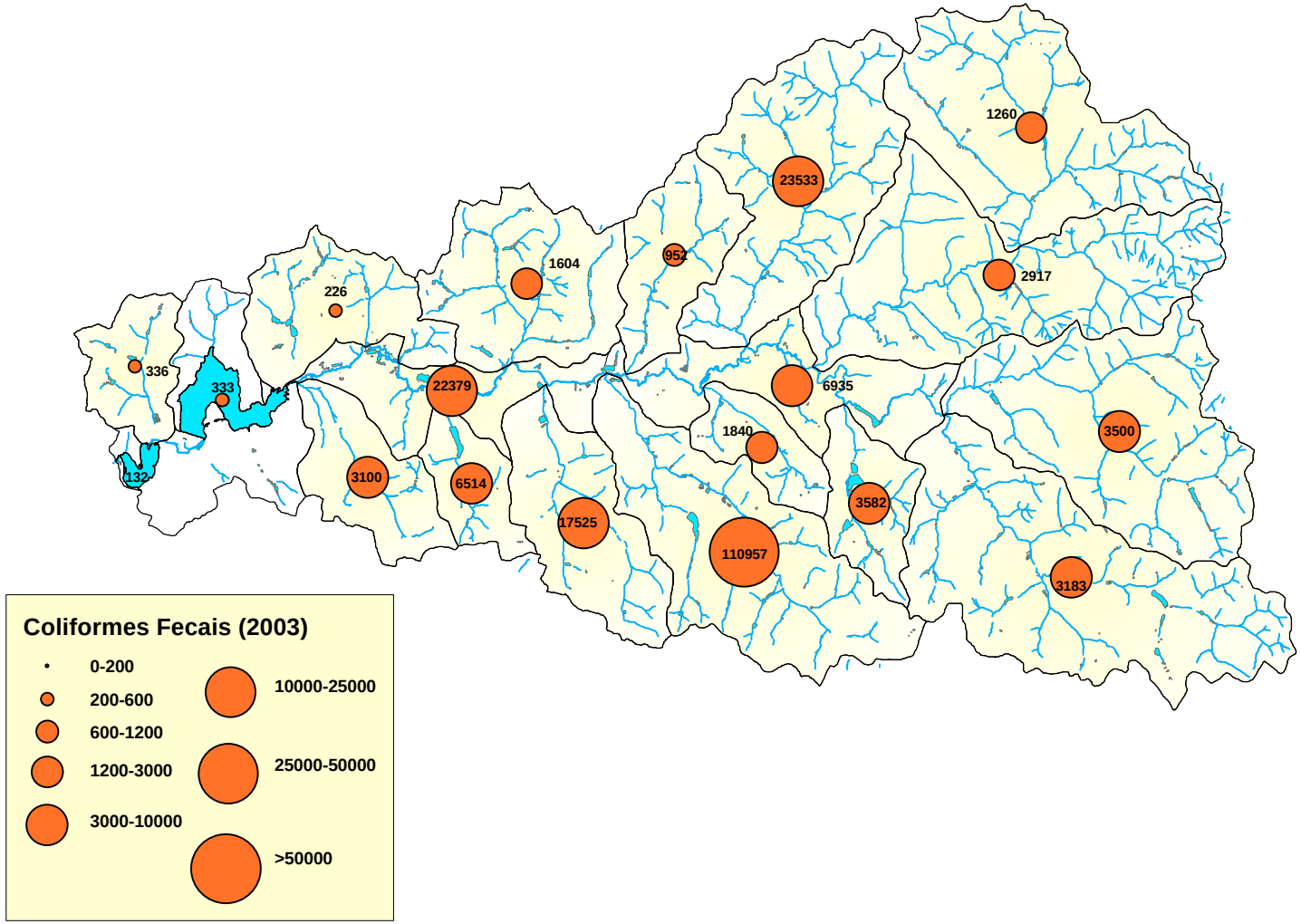


**Figura 7, Distribuição dos teores de coliformes fecais nas diferentes sub-bacias (2003)**

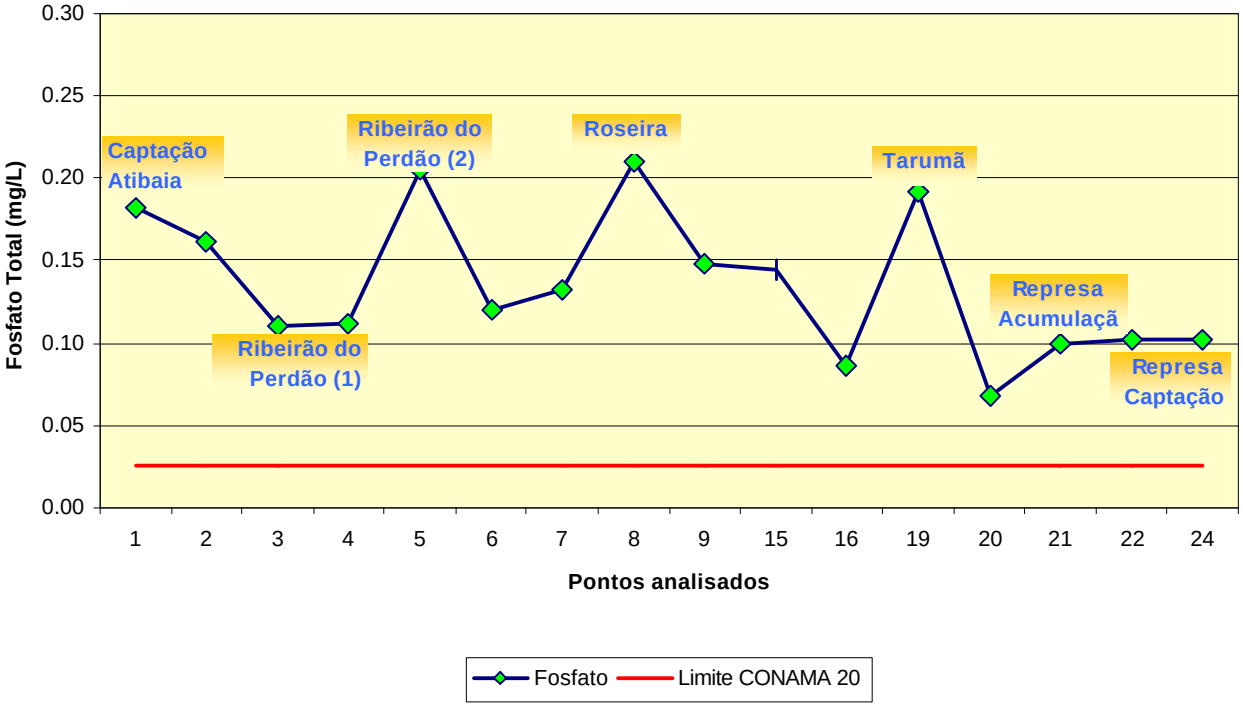


**Figura 8. Distribuição dos teores de fosfato total (2002)**

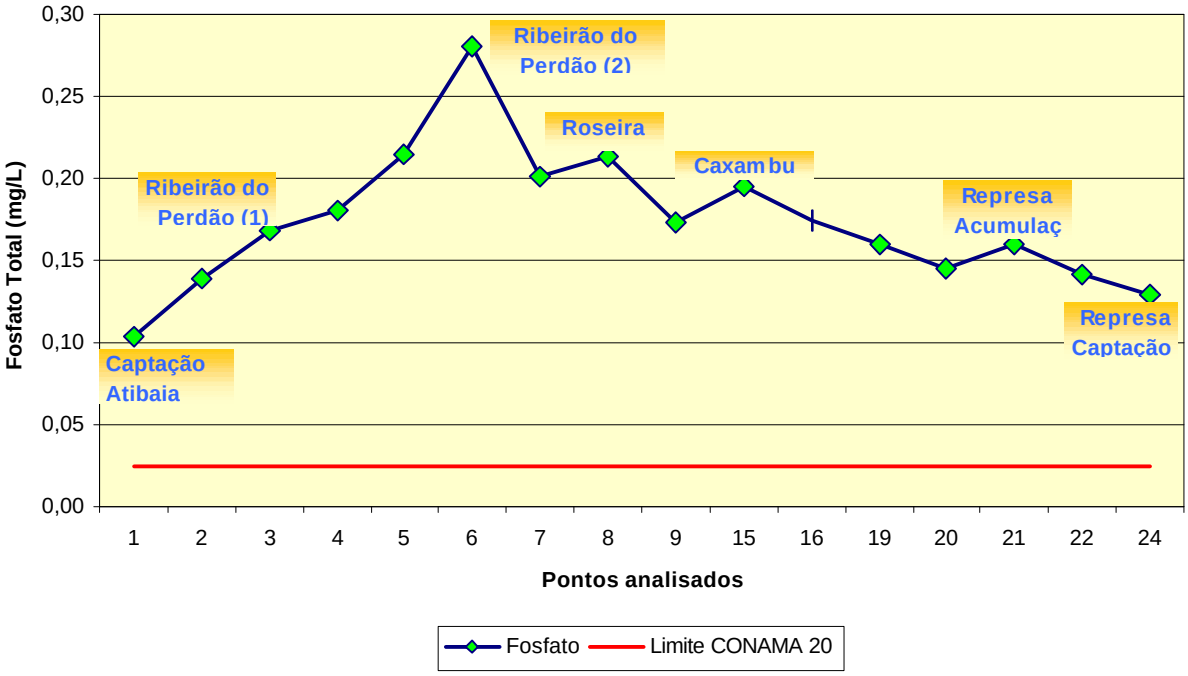


**Figura 9. Distribuição dos teores de fosfato total (2003)**

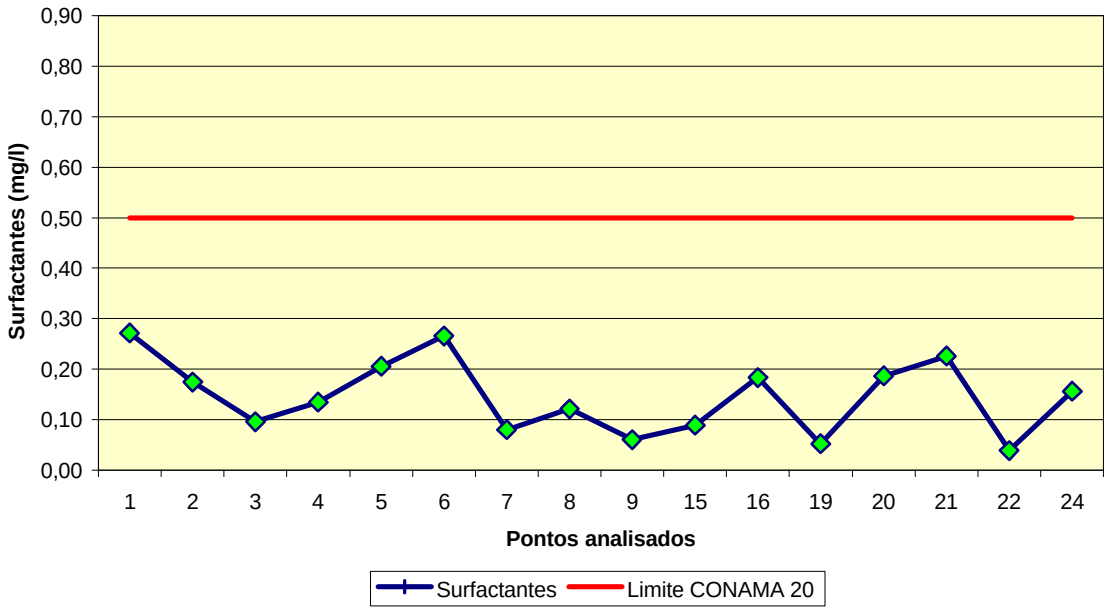


**Figura 10. Distribuição dos teores de surfactantes (2002)**

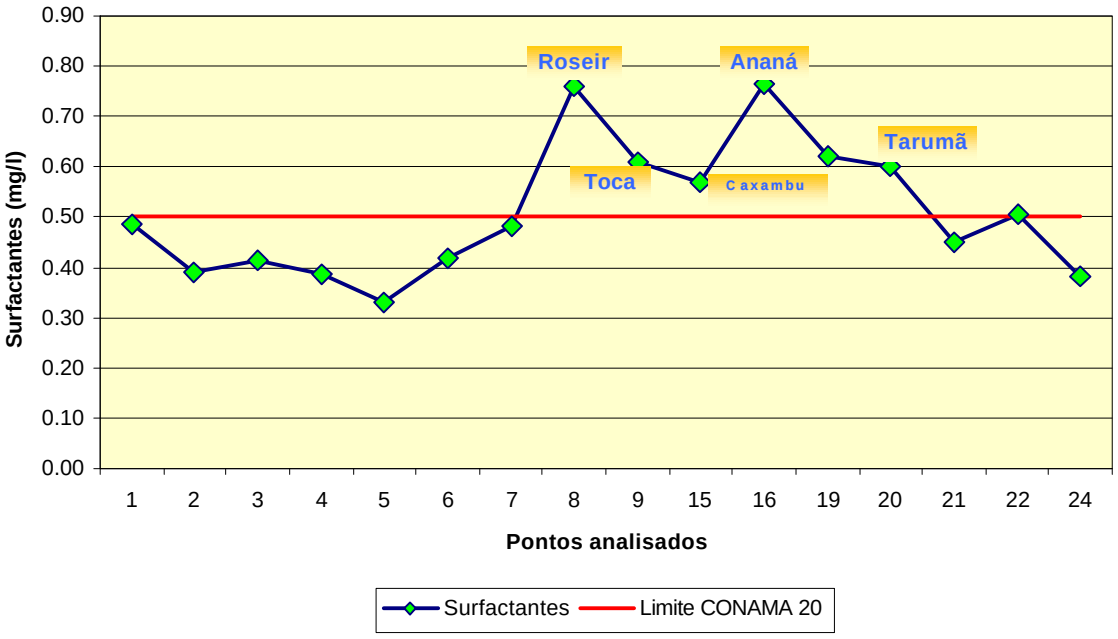


**Figura 11. Distribuição dos teores de surfactantes (2003)**

## *2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)*

Este parâmetro, por definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução, deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em conseqüência, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres nela presentes. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo com isso, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas. Observando-se as Figuras 12 e 13, todos os pontos analisados apresentaram valores de pH dentro da faixas de 6 a 9, recomendada pela CETESB para rios pertencentes à Classe I.

## *2.4 Oxigênio Consumido e Oxigênio Dissolvido*

Oxigênio Consumido (OC), representa a quantidade de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica e inorgânica numa determinada amostra" (ACIESP, 1980). Já o Oxigênio Dissolvido (OD) é o oxigênio requerido para a respiração dos microorganismos aeróbios e de todas as outras formas de vida aeróbias. O oxigênio só é fracamente dissolvido em água. Em locais não poluídos, especialmente quando há turbulências ( o que facilita a dissolução do ar), a concentração do oxigênio na água permanece praticamente constante. Isto porque o oxigênio consumido pelos seres aquáticos é reposto do oxigênio que se dissolve na água a partir do ar atmosférico em contato com ela.

Os níveis de oxigênio dissolvido tem papel determinante na capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção dos processos naturais de autodepuração em sistemas aquáticos e estações de tratamento de esgotos. Através de medição do teor de oxigênio dissolvido, podem ser avaliados os efeitos dos resíduos oxidáveis sobre as águas receptoras e sobre a eficiência do tratamento dos esgotos, durante o processo de oxidação bioquímica. A variação dos níveis de OD e OD nos pontos analisados é apresentada nas Figuras 14 e 15, respectivamente para 2002 e 2003. Praticamente em todos os pontos analisados os níveis de OD se mantiveram acima de 6,0 mg/l de O2 o que denota uma boa oxigenação da água de todos os afluentes do rio Jundiaí-Mirim.

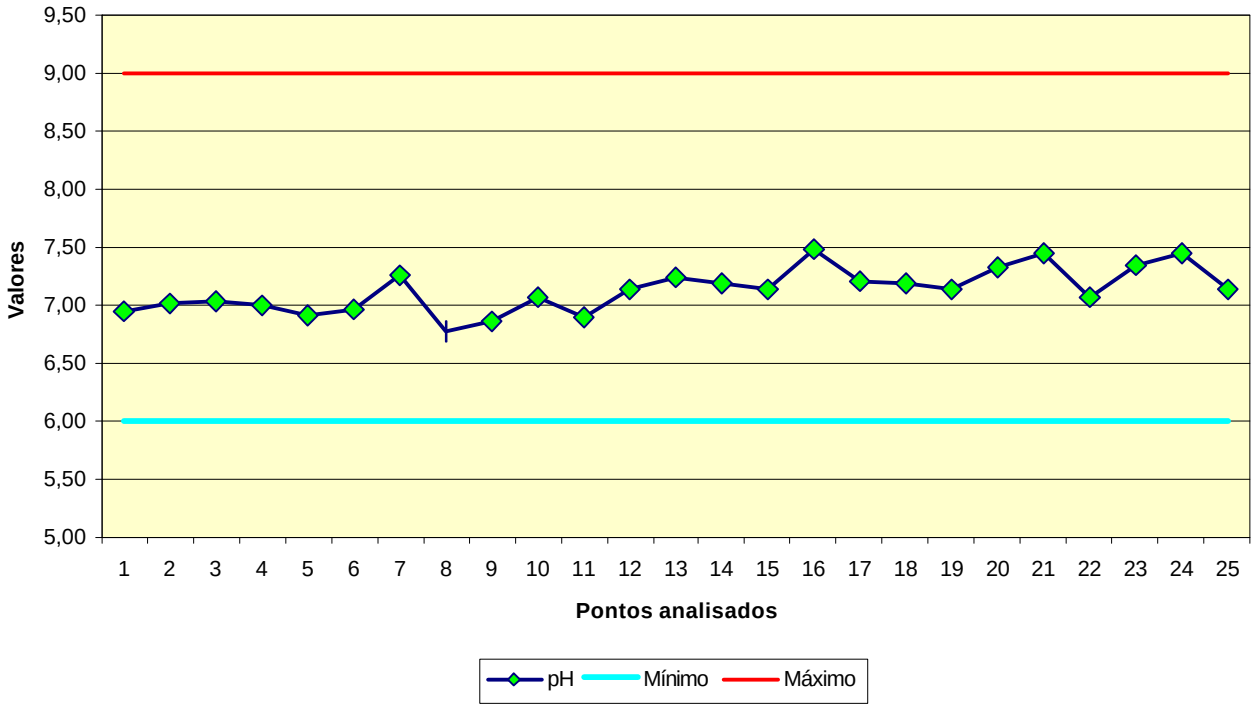


**Figura 12. Distribuição dos valores de pH (2002)**

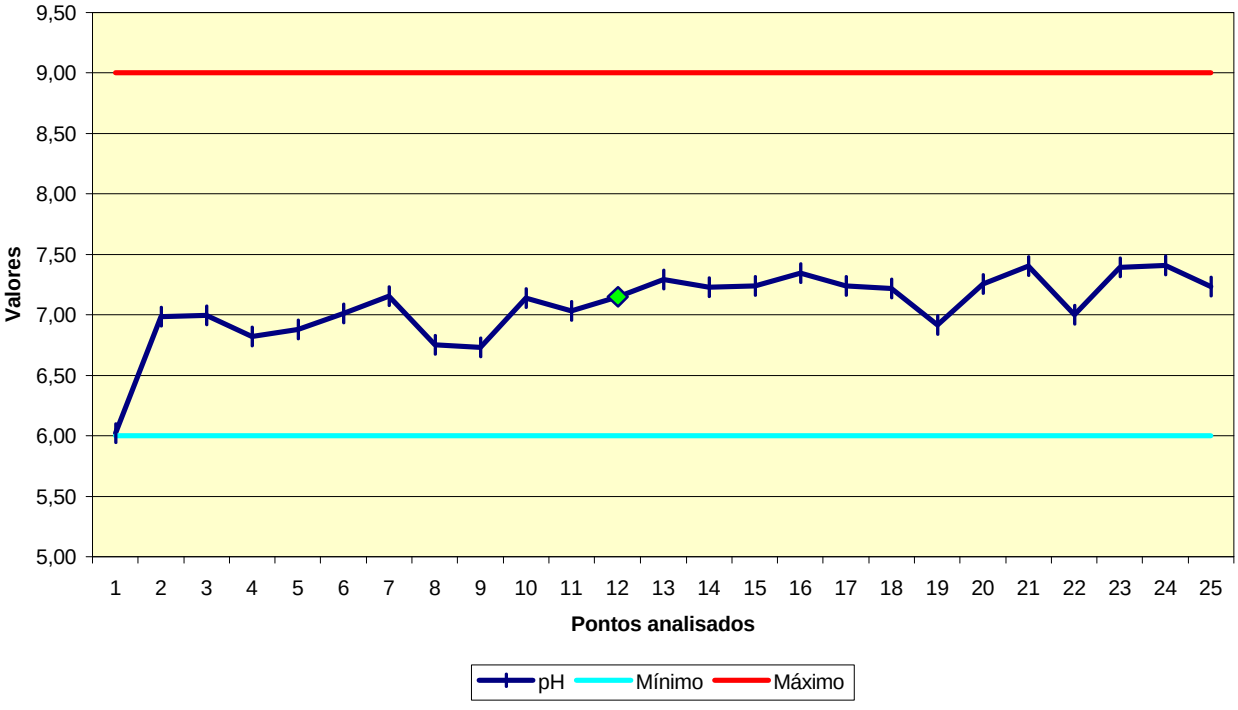


**Figura 13. Distribuição dos valores de pH (2003)**

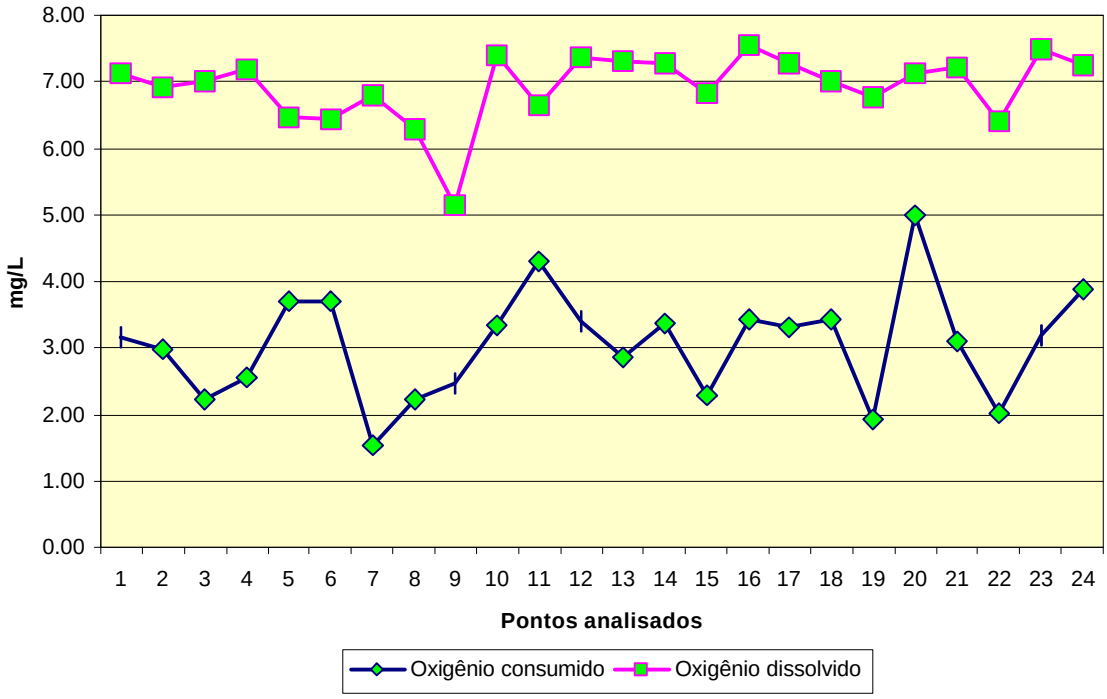


**Figura 14. Variação dos teores de Oxigênio Dissolvido e Oxigênio Consumido (2002)**

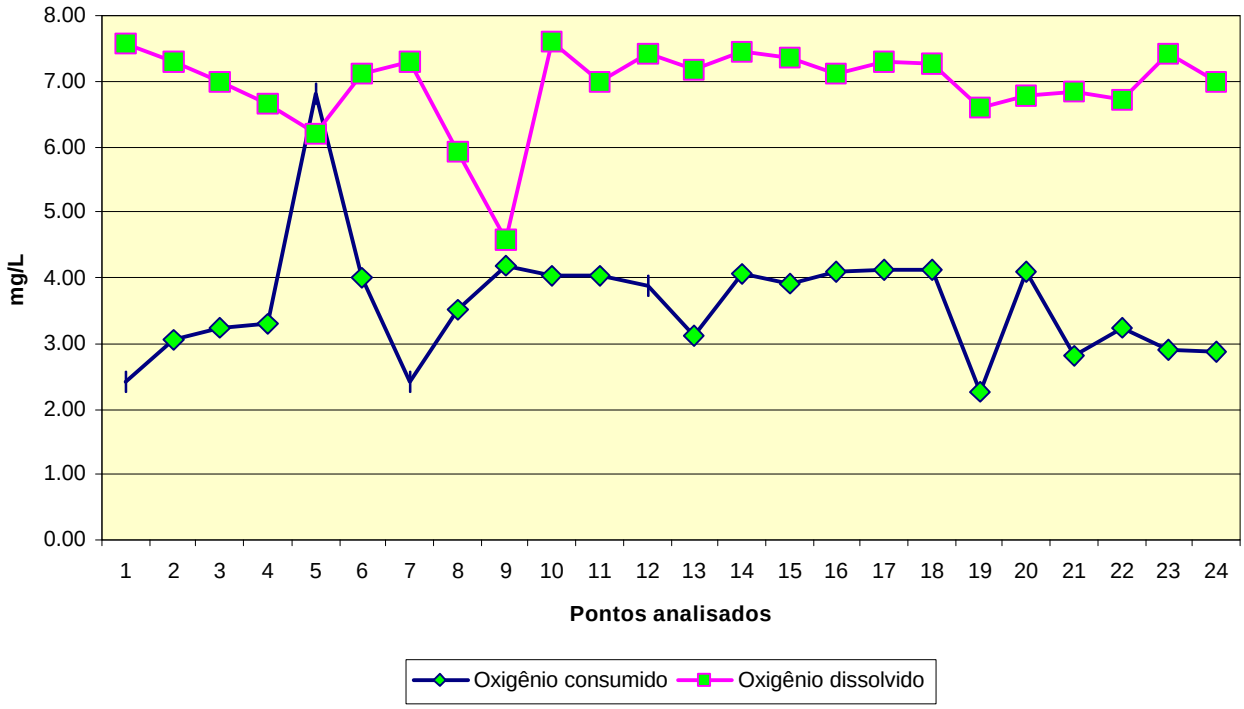


**Figura 15. Variação dos teores de Oxigênio Dissolvido e Oxigênio Consumido (2003)**

## *2.5 Manganês*

O Manganês foi analisado apenas nos pontos localizados no rio Jundiaí-Mirim, próximo ao bairro da Toca (ponto 10), e nas represas de acumulação (ponto 21) e captação de água (ponto 24). Nesses locais observou-se teores de Manganês acima do limite de 0,1 mg/l estabelecido pela CETESB, principalmente para o ano de 2003 (Figuras 16 e 17). Sua presença, em quantidades excessivas, é indesejável em mananciais de abastecimento público devido ao seu efeito no sabor, tingimento de instalações sanitárias, aparecimento de manchas nas roupas lavadas e acúmulo de depósitos em sistemas de distribuição.

## *2.6 Turbidez*

Turbidez é uma classificação usada para indicar a redução da transparência da água devido a presença de matéria em suspensão. As partículas em suspensão dispersas nas águas tem origem na degradação mecânica ou na transformação química ou biológica dos materiais ( argila, iodo, limo e placton ) e possuem conformação e tamanhos diferentes entre si, com tamanho oscilando entre 0.01 a 100 microns.

Estatísticas realizadas em diversas cidades mostraram haver correlação entre turbidez e a eficácia da desinfecção da água. Há uma relação entre turbidez da água e concentração de cloro residual livre, número de coliformes fecais e casos de hepatite e poliomielite.

Segundo CETESB (http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/padroes.asp) alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

Para mananciais de abastecimento público Classe I, o limite de Turbidez é de 40 unidades nefelométrica de trubidez (UNT). Pelas Figuras 18 e 19 observa-se a ocorrência de vários pontos de amostragem de água com resultados acima desse limite em 2002 e 2003, que por sua vez coincidem com os locais de maior incidência, por exemplo, de coliformes fecais.

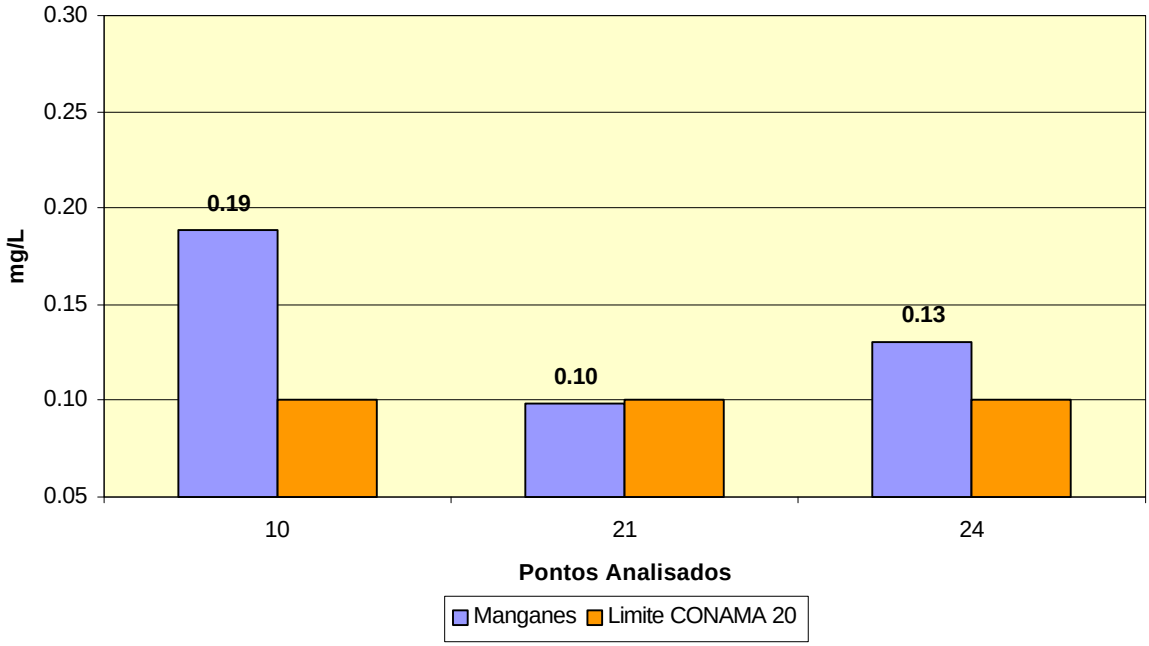


**Figura 16. Variação dos teores de Manganês (2002)**

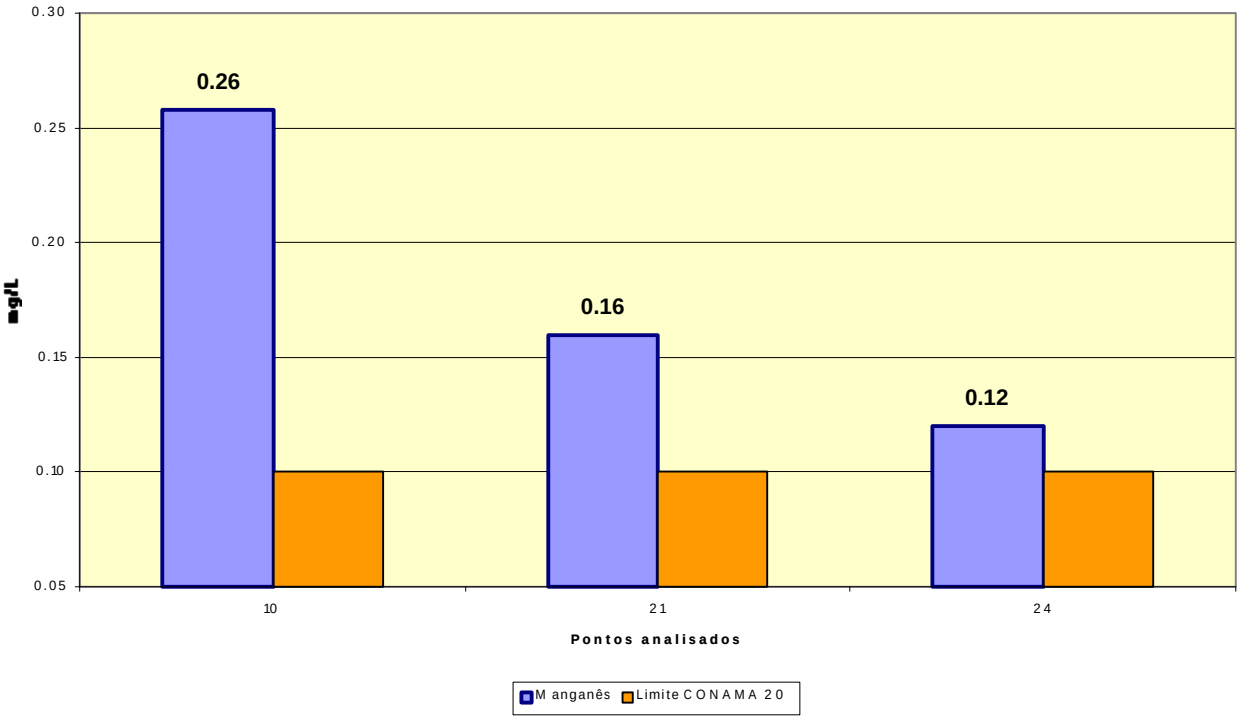


**Figura 17. Variação dos teores de Manganês (2003)**

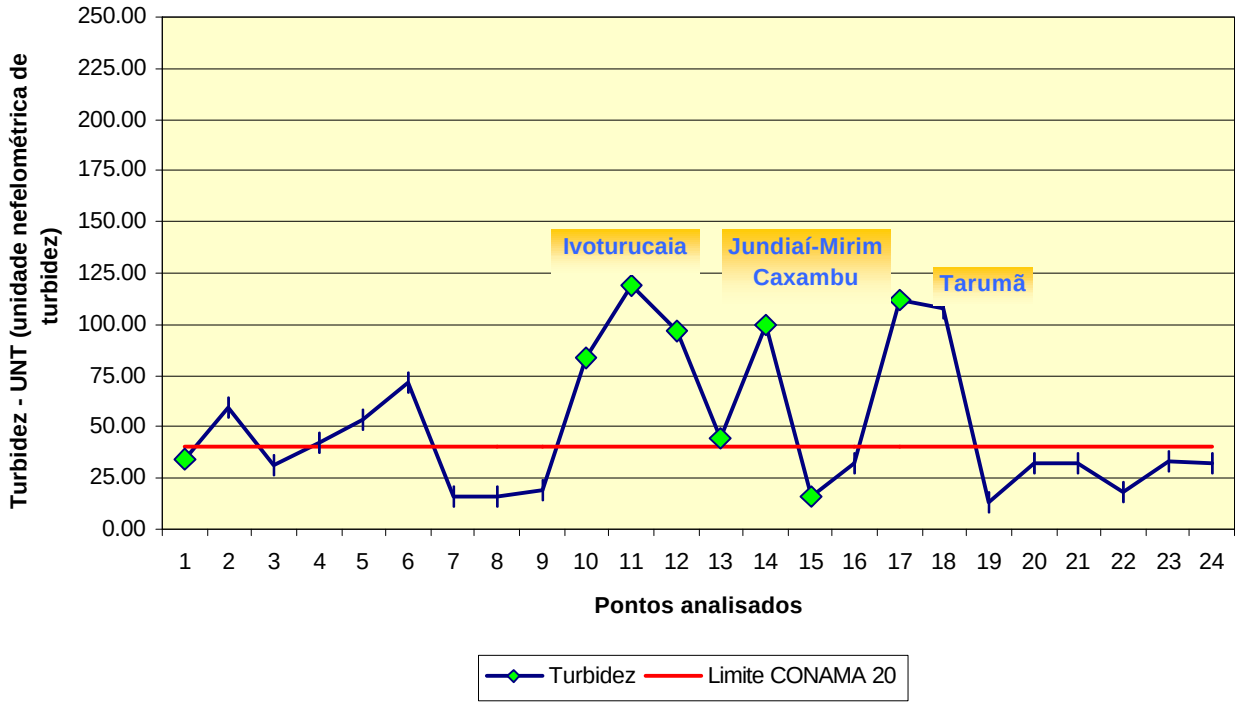


**Figura 18. Variação dos valores de Turbidez na água (2002)**

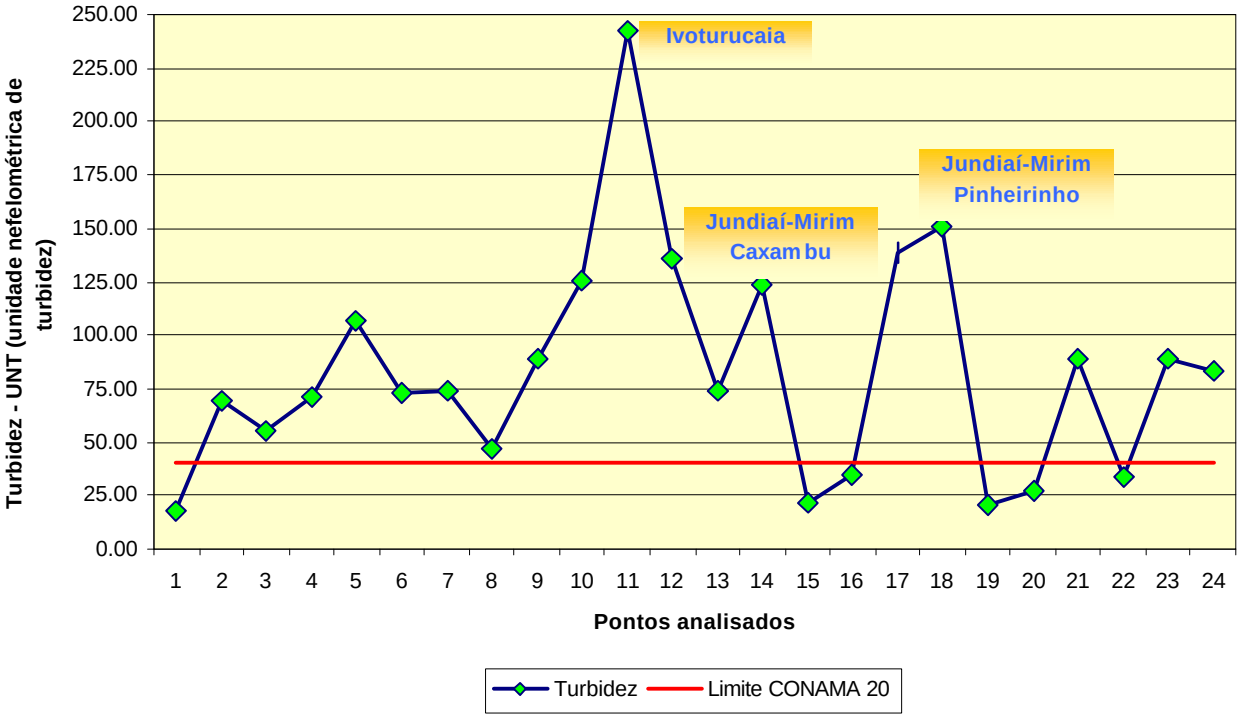


**Figura 19. Variação dos valores de Turbidez na água (2003)**