UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

RENATO PIZZI ROSSETTI

Evolução da carga orgânica de origem doméstica no rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, no período de 1998-2007

SÃO PAULO
2009

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

Evolução da carga orgânica de origem doméstica no rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, no período de 1998 a 2007

RENATO PIZZI ROSSETTI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Profa. Dra. CLEIDE RODRIGUES

SÃO PAULO
2009

Autorizo a reprodução e divulgação total e parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudos e pesquisas, desde que citada a fonte.

Catalogação na Publicação
Serviço de Documentação do Departamento de Geografia
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
Universidade de São Paulo

Rossetti, Renato Pizzi
Evolução da carga orgânica de origem doméstica na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul no trecho paulista no período de 1998 a 2007-Renato Pizzi Rossetti;

Orientadora: Cleide Rodrigues – São Paulo, 2009

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia. Área de Concentração: Geografia Física – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP

1. Rio Paraíba do Sul. 2. Carga Orgânica. 3. Esgoto Doméstico. 4. Demanda Bioquímica de Oxigênio. 5. Trecho Paulista.

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, ***Mauricio Ariowaldo Rossetti****, pelo legado moral.*
A minha mãe, ***Edina Terezinha Pizzi Rossetti****, pelo amor incondicional.*

Aos meus filhos, ***Lucas e Nina****, razões da minha vida.*

A minha esposa ***Carmen Lucia Vergueiro Midaglia:*** *a maior incentivadora para a realização deste trabalho. Com ela conheci um novo mundo.*

Com todo meu amor, obrigado a todos vocês!

Renato

AGRADECIMENTOS

À Profª Drª Cleide Rodrigues*, pela orientação que contribuiu expressivamente para o meu crescimento científico e intelectual. Por ter acreditado em mim, mesmo não me conhecendo; e sem ter sido aluno da Geografia, motivo de muito orgulho e responsabilidade para mim.*

Ao Profº Jurandyr Luciano Sanches Ross*, pela amizade, carinho e confiança com que me recebeu na Geografia; meus mais profundos sentimentos de respeito e admiração.*

Ao Profº Drº Mario de Biasi*, pela sua atenção e sugestões, além da amizade que me foram muito valiosas durante esse período.*

Ao Profº Dr. Adildon Avansi de Abreu*, por me ensinar a essência da Teoria da Geomorfologia, a condução científica do pensamento e conceitos sobre a formação da Terra, que me fizeram compreender melhor o espaço territorial e suas interações com o meio ambiente.*

À Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas*, pela oportunidade da realização do curso de mestrado no Departamento de Geografia.*

A ***todos os professores*** *do Departamento de Geografia, com quem mantive contato ao longo deste curso de mestrado, e que muito me ajudaram na compreensão do pensamento de um Geógrafo.*

A todos os funcionários da Secretaria de pós-graduação*, aqui representados na pessoa da* ***Ana****, pelo auxílio e orientação.*

À CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental*, empresa em que trabalho há 33 anos e onde aprendi tudo que sei sobre meio ambiente.*

Ao Engº Regis Nieto*, pelo apoio, compreensão e incentivo para a realização deste curso de mestrado.*

Ao Engº Júlio Cesar Swartelé Rodrigues*, meu amigo e companheiro de trabalho, pela ajuda e paciência comigo, na elaboração dos gráficos constantes deste estudo.*

Ao Geógrafo Fernando Shinji Kawacubo*, pela ajuda na elaboração, das imagens de satélite, que fazem parte desta dissertação.*

Ao meu amigo Nelson A. Caetano*, que com sua paciência e um olhar criterioso, está sempre pronto a ajudar desde que nos conhecemos, há mais de 15 anos.*

Ao meu amigo Enio Squeff*, que muito me ajudou "colorado da gema", na organização e correção dos textos deste trabalho.*

Ao meu amigo Randau Marques*, que colaborou para o meu entendimento do real significado das questões ambientais que afetam o Estado de São Paulo e o Brasil*

Das mortes dos rios e das razões para evitá-las

É bem significativo que a poluição dos rios com a sua conseqüente degradação se faça, no Brasil, quase sempre em nome do desenvolvimento. A literal apropriação dos cursos d'água pela ação empreendedora, tida sempre como irreprochável, desvela um dos aspectos menos democráticos da sociedade brasileira aquele que consagra o uso unívoco e excludente do que é a fonte de vida para todos na renda de um único segmento: ou seja, a um bem geral que se consagra como valor de uso, acede-se que se o privatize pelo restritivo e particular valor de troca.

O escritor Agripino Griecco numa de suas crônicas - ao evocar o Parnaíba do Sul de sua infância - não faz qualquer referência à importância histórica do rio que acompanhou a rota da agricultura do café do Rio a São Paulo: o caudal percorrido, antes, por índios e aventureiros, seria apenas e tão somente o pôr do sol da sua infância as noites estreladas das suas margens, os poetas bissextos e esquecidos que o cantaram nas namoradas e nos amores contrariados das cidades ribeirinhas.

Seria o caso de reavaliá-lo?

Neste competente trabalho do biólogo Renato Pizzi Rossetti, questões do tipo são apenas um pano de fundo. Para um estudo científico, não são as idealizações, ou rememorações o mote de qualquer pesquisa - mas, pura e simplesmente a questão da vida. Ao Tâmisa de Londres ou ao Sena de Paris, não foram os concertos de Handel projetados para serem executados em barcaças no século XVIII, ao longo do rio londrino, a causa mais relevante para a sua recuperação, assim como não foram os impressionistas que pintaram o rio de Paris, os motivos alegados para as obras da sua despoluição. Às duas capitais modelares dos primórdios da revolução industrial moderna, o que se impôs foi simplesmente o previsto - a impossibilidade da convivência das populações das duas cidades com a deterioração dos rios que as banham e que as geraram.

Arte e ciência não se contradizem, muito antes pelo contrário. Mas se as razões de uma, apenas sinalizam para a outra - talvez não seja irrelevante que a estética de um rio seja a primeira a denunciar a sua morte, a sua transformação. Na verdade, a pergunta é outra: que fazem os agentes econômicos desconsiderarem a cultura e a memória de um rio, como o Paraíba do Sul, em face dos números da produção, como se os homens dependessem mais das estatísticas do que de água?

As respostas contidas no trabalho de Renato Pizzi Rossetti, certamente o respondem a sua maneira. Que não por serem científicas vão alterar um processo tido, por enquanto - só Deus sabe até quando - como irrefreável, já que geram lucros; e que, igualmente, por enquanto, não têm o condão de movimentar governos ou órgãos de controle da poluição. Alguém dirá que os rios cobram em enchentes e devastações - ou pior, em seca, vale dizer em sua extinção - as ações dos que o agridem, seja pelas comunidades que os entopem de dejetos, seja pelos que consideram suas águas tão somente para seus lucros. Realmente é assim.

Como demonstra o autor neste trabalho, é na ação antrópica, distribuída entre prefeituras, governos, mas também em agências públicas, sem falar na iniciativa privada, todas lenientes com a poluição - que se dá a degradação do Rio Paraíba do Sul.

Reverter tal quadro na contramão dessas ações decodificadas num trabalho como este, é certamente a esperança e o motivo condutor de Renato Pizzi Rossetti. Não o move outra intenção do que a de dissecar um cadáver para obstar que outros tantos aconteçam na verdadeira peste que é a morte dos vários trechos do Paraíba do Sul. Não é o primeiro a fazê-lo, nem será o último - mas é de ler suas razões e as conclusões deste trabalho de mestrado. O rio Paraíba do Sul não são apenas os poetas e escritores, ou pintores e músicos que o cantaram de diversas maneiras, mas o povo e as cidades que repousam as suas margens e que dependem das suas águas. Haveria que falar de suas margens também plácidas. Quedemo-nos, entretanto, aos frios números de sua morte anunciada, mas, quem sabe, evitável nos limites das razões que são as razões da ciência.

Enio Squeff - jornalista e artista plástico

Uma dissertação decisiva para o equacionamento dos conflitos interestaduais pelo domínio e usofruto das águas do Paraíba do Sul entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro

A dissertação de Mestrado de Renato Pizzi Rossetti , além de ser um retrato da bacia paulista do Paraíba do Sul, com seus 13.605 quilômetros quadrados de área, é também uma primeira manifestação técnica destinada a nortear o destino dessa bacia hidrográfica que, em apenas 57 mil quilômetros quadrados, reúne o Vale do Paraíba paulista, a Zona da Mata mineira e a maior parte do interior do estado do Rio de Janeiro. Com uma economia que responde por cerca de 10% do PIB brasileiro, essa região formada por 41 sub-bacias e 187 micro-bacias pertence a 180 municípios habitados por 5,5 milhões de pessoas, mas se forem contabilizados os 8,7 milhões de moradores da região metropolitana do Rio de Janeiro, abastecidos graças à transposição de sua correnteza, constata-se que suas águas hoje abastecem uma população de 14,3 milhões de pessoas.

Mas podem abastecer outros 2,5 milhões de usuários paulistanos, caso a SABESP consiga autorização para realizar uma nova transposição, através da construção de uma nova adutora entre o Paraíba à altura do município de Jacareí e a represa do Jaguari do Sistema Cantareira, capaz de extrair mais 5.000 litros por segundo, no mínimo, de seu caudal. E precipitar ainda mais o quadro de conflito hídrico interestadual que faz dessa fronteira líquida entre RJ, MG e SP um laboratório decisivo para o êxito ou fracasso da ANA, Agência Nacional de Águas (uma autarquia federal criada em 2000, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e encarregada de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, conforme estabelece a Lei 9433/97).

Ou seja, como já disse a secretária do Meio Ambiente fluminense, Marilene Ramos – que também preside o CEIVAP, um comitê pela integração de bacia que foi criado em 1996 - no começo de julho de 2009, a nova transposição do Paraíba para a Grande São Paulo só será consentida caso não comprometa o abastecimento da Grande Rio; caso não abaixe em excesso o volume d´água em Barra do Piraí, onde a empresa Light capta 40% ou 2/3 da água do Paraíba e através da usina elevatória Santa Cecília bombeia até 160 metros cúbicos por segundo para os reservatórios que abastecem a região metropolitana do Rio de Janeiro desde 1913, quando o reservatório de Tocos no alto do rio Piraí.

começou a enviar água para o reservatório Lages, sendo que em 1952 a Light passou a enviá-la também para a represa do Funil, em Itatiaia – cujo processo de eutroficação foi atribuído à poluição paulista pelo então deputado e hoje ministro Carlos Minc, agora desmentido por Renato Pizzi Rossetti, que ao monitorar o trecho paulista do rio, no entanto, constata ser aceitável a preocupação carioca sobre a contaminação paulista, caso não se tomem providências emergenciais para coibir a ocupação desordenada do vasto meandro fluvial do Paraíba entre os municípios de São José dos Campos e Caçapava, caso não se construam estações de tratamento capazes de tratar os esgotos sempre crescentes neste vasto vale que há 70 anos sofreu a primeira intervenção governamental através da criação, em 1939, do Serviço de Melhoramentos pela então Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio paulista.

Já em 1950, o Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo, DAEE, deu início a um plano de recuperação e controle da bacia do Paraíba do Sul inspirado no modelo americano para o Tenesse Valley Authority, que tinha como mola mestra a ocupação das várzeas para a agricultura ou cultura de arroz irrigado em gigantescos polders, além de construir Paraibuna e Paraitinga, os grandes reservatórios de cabeceira e os diques de proteção às enchentes nas áreas irrigadas para a produção de alimentos. Graças a essa regularização das vazões, a mesma várzea que já havia sofrido o ciclo do Ouro no século XVII e o ciclo do café e cana de açúcar durante o final do século XVIII, essa mesma várzea passa a ser palco da industrialização do eixo Rio/SP a partir da construção da CSN em Volta Redonda em 1946 e da rodovia Dutra no começo dos anos 50 do século passado; assim como agora essa mesma sucessão de meandros varzeanos ou voltas fluviais pela planície sofre um processo de conurbação intensivo, de ocupação por casas e sub-moradias sem qualquer saneamento básico.

Tudo isso a despeito da União, que só em 1968 chega ao vale paulista sob a forma de uma Comissão do Vale do Paraíba (COVAP) que em 1979 se incorpora ao Comitê Executivo de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH) do Ministério do Interior, que criou o Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEEIVAP) que por sua vez criou um Plano de Macrozoneamento e Ordenamento do Uso do Solo da bacia que nunca foi implementado, ao contrário da sistematização de dados regionais conseguida a partir de 1992 graças ao Acordo de Cooperação Técnica Brasil-França. Enquanto isso, o CEEIVAP foi substituído em 1996 pelo atual Ceivap, que é responsável pela gestão de toda bacia conforme regra a Lei Federal 9433/97, muito embora em São Paulo a Lei Estadual 7663/91 tenha criado junto a um sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos um comitê conhecido como CBH-PS.

Ou comitê paulista, em contraposição ao comitê federal, enquanto Minas e Rio preferiram criar legislações estaduais amparadas pela Lei Federal 9433/97 e instrumentos de gestão desarticulados de uma gestão global de águas de uma mesma bacia que (além de ignorar os problemas do trecho paulista), apresenta de falhas técnicas imperdoáveis, como a ausência formal da Região Metropolitana do Rio de Janeiro nas instâncias decisórias da bacia, apesar de ser a maior consumidora de suas águas (fato, por sua vez, lamentado pelas antigas cidades ribeirinhas fluminenses que floresceram às margens do Paraíba até sua foz no Atlântico, em Atafona, hoje praticamente seca em comparação ao caudal que despejava no oceano há algum decênios atrás).

Ou seja, por todos os fatos acima declinados, o trabalho de Renato Rossetti pode ser visto como uma baliza ou indicador-limite de toda uma situação a exigir prontas providências, seja dos responsáveis pelas águas "estaduais" ou de quem responde pelas águas federais – já que em contraposição à ANA existe, no mesmo ministério do Meio Ambiente, uma Secretaria Nacional de Recursos Hídricos -, sob pena do eixo Rio/São Paulo virar cenário para uma guerra pela água sem precedentes ou justificativa (uma vez que quem consome até 48% da água distribuída tanto na Grande SãoPaulo como na Grande Rio são os vazamentos de uma rede de abastecimento sem manutenção alguma, apesar dos hidrômetros já estarem sendo chamados de pedágios hídricos devido aos altos preços tarifários cobrados).

Um instantâneo ou registro precioso do momento que corre nesse rio prodigioso, que nasce a alguns quilômetros do mar, na Mata Atlântica paulista, mas prefere embrenhar-se pelo interior deste país-continente, no sentido oeste-leste, e só voltar ao mar 1.120 quilômetros adiante dessa confluência do Paraitinga e Paraibuna que o originam, sob a proteção de uma Mata Atlântica hoje reduzida a 11% na área total da bacia, refugiada principalmente no alto de serras e maciços que formam os parques das serras da Bocaína, dos Órgãos e do Pico de Itatiaia. Em suma, uma fotografia de um rio que, desde a entrada em operação da Central do Brasil, em 1890, tornou-se desaguadouro de lixo e esgotos, tanto das cidades mortas descritas pelo escritor Monteiro Lobato, que nasceu às suas margens, como até de um ressurgimento da mineração de ouro abandonada há três séculos – que ainda utiliza o mesmo mercúrio, azougue ou poluente que os bandeirantes usavam para envenenar suas águas, à época do Descobrimento.

Randáu Marques, jornalista

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ALERJ - Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro

ALESP - Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro

CEIVAP - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPPETEC - Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos

CSN - Companhia Siderúrgica Nacional

DAEE - Departamento De Águas E Energia Elétrica

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

MP - Ministério Público

OD - Oxigênio Dissolvido

PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SIGHR - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SMA - Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UGRHI - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UMIACS - University of Maryland Institute for Advanced Computer Studies

RESUMO

O rio Paraíba do Sul, em seu trecho paulista, é sem dúvida um dos mais importantes cursos d'água do Estado de São Paulo. Foi às suas margens que parte do desenvolvimento do Brasil ocorreu, em virtude do plantio do café, e como ligação entre as duas principais cidades do país; São Paulo e Rio de Janeiro, rota conhecida como “macro-eixo”.

As descargas de efluentes líquidos domésticos, sem o devido tratamento, são hoje as fontes que mais poluem o rio. Este estudo pretende avaliar a evolução da carga orgânica de origem doméstica, lançada pelos municípios que compõem a bacia hidrográfica, até os limites do Estado de São Paulo com o Estado do Rio de Janeiro.

O período escolhido para a realização da avaliação foi de uma década, entre os anos de 1998 a 2007, já que, o início das atividades do Comitê da Bacia do rio Paraíba do Sul no âmbito do Estado de São Paulo, ter sido no ano de 1994.

Os parâmetros químicos definidos para a realização do estudo, a partir dos 16 pontos de monitoramento da água da CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental), localizados ao longo do curso do rio, no trecho paulista, foram: a DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e o OD (oxigênio dissolvido), que representam o nível de poluição orgânica de origem doméstica em um corpo d'água, conforme estabelece as legislações vigentes para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

A importância deste estudo está relacionada com as condições em que as águas do rio Paraíba do Sul, entram na represa do Funil, no Estado do Rio de Janeiro, que tem reclamado muito da poluição do rio no trecho paulista, por ser este o manancial mais importante para o abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro. Entende-se, portanto a preocupação daquele Estado com a qualidade da água do rio à montante da represa do Funil.

Palavras Chaves: 1. Rio Paraíba do Sul. **2.** Carga Orgânica. **3.** Esgoto Doméstico. **4.** Demanda Bioquímica de Oxigênio. **5.** Trecho Paulista.

ABSTRACT

The Paraíba do Sul rive’s, at São Paulo, is undoubtedly one of the most important water courses of the State of São Paulo. Went to their banks that the development of Brazil occurred because of the planting of coffee, and as a liaison between the two main cities of Brazil, São Paulo and Rio de Janeiro, route known as "macro-axis."

Discharges of liquid household, without proper treatment, are now the sources that pollute the river more. This study aims to assess the evolution of the organic load of domestic origin, launched by the municipalities that make up the basin, until the limits of the State of São Paulo with the State of Rio de Janeiro.

The period chosen for the evaluation was a decade between the years 1998 to 2007, since the beginning of activities of the Committee of the basin of the river Paraíba do Sul in the state of São Paulo, was the year 1994.

The chemical parameters defined for the study, from 16 points to monitor the water CETESB (Cia. of Thecnology e Wasting Envoriomental), located along the course of the river, in São Paulo words, were the BOD (biochemical demand of oxygen) and DO (dissolved oxygen), representing the level of organic pollution of domestic origin in a body of water, as provides the existing laws for the basin of the river Paraíba do Sul

The importance of this study is related to the conditions under which the waters of the river Paraíba do Sul, the funnel into the reservoir in the state of Rio de Janeiro, which has claimed much of the pollution of the river stretch in Sao Paulo, since this is the most wealth important for the supply of the metropolitan region of Rio de Janeiro. It is understood, therefore the concern that state with the water quality of the river upstream to the dam of the funnel.

Key Words: 1. Paraiba do Sul River. **2.** Organic Charge. **3.** Waste Water. **4.** Biochemical demand oxygen. **5.** Macro-axis

Sumário

Índice de Gráficos 2
Índice de Tabelas 3
1. Introdução 4
2. Objetivo 11
3. Justificativas 12
4. Metodologia 13
4.1. Recursos teóricos–metodológicos 13
4.2. Área de estudo 15
4.3. Recorte temporal e o universo amostral 16
4.4. Distribuição espacial dos pontos de monitoramento de água no trecho paulista 17
4.5. Distribuição espacial dos pontos de monitoramento no Estado do Rio de Janeiro 22
4.6. Definição dos parâmetros de avaliação da carga orgânica de origem doméstica 23
4.7. Carga orgânica de origem doméstica 26
4.8. DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio 29
4.9. DQO – Demanda Química de Oxigênio 33
4.10. A série de Nitrogênio (amônia, nitrato, nitrito nitrogênio orgânico) 35
5. Contextualização regional 41
5.1. Aspectos Físicos 41
5.1.1. Geomorfologia 46
5.1.2. Clima 52
5.1.3. Vegetação 54
5.4. Aspectos sócio-ambientais 57
5.4.1. População da bacia e a carga orgânica de origem doméstica 60
6. Aspectos da Hidrografia da Bacia do Rio Paraíba do Sul 67
6.1. Posição da bacia do rio Paraíba do Sul 67
6.2. Drenagem e pluviometria 70
6.3. Influência da morfologia fluvial na qualidade das águas 71
6.4. Características gerais de um sistema fluvial meandrante 77
6.5. Pontos de monitoramento de água e esgotamento sanitário da bacia 83
7. Avaliação do potencial de geração de águas no trecho paulista da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul 88
7.1. Base de dados hidrológicos 88
7.2. Delimitação das Sub-Bacias Hidrográficas 89
7.3. Estimativas das vazões produzidas e a capacidade de atendimento 91
8. Tabelas e gráficos 94
9. Uso da Geoinformação no estudo 170
9.1. Monitoramento regional do rio Paraíba do Sul 172
10. Considerações finais 184
11. Conclusão 189
12. Referências bibliográficas 192

Índice de Figuras

FIGURA 1 - SISTEMA HIDRÁULICO DO RIO PARAÍBA DO SUL 7
FIGURA 2 - FOTO DA BARRAGEM DO RESERVATÓRIO DO FUNIL 9
FIGURA 3 - IMAGEM DOS PONTOS PARB'S ..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
FIGURA 4 - ESQUEMA UNIFILAR GERAL DO RIO PARAÍBA DO SUL 20
FIGURA 5 - PONTO MONITORADOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO 22
FIGURA 6 – ESQUEMA DE DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA DA MATÉRIA ORGÂNICA 29
FIGURA 7 - EXEMPLO DE FLORAÇÃO DE ALGAS 37
FIGURA 8 - IMAGEM DO COTOVELO ..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
FIGURA 9 - CAVAS DE AREIA - TAUBATÉ 45
FIGURA 10 - IMAGEM DO RELEVO ..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
FIGURA 11 – SERRA DA MANTIQUEIRA COM DETALHES DE DESMATAMENTO E PRESERVAÇÃO DO ENTORNO DA QUEDA D'ÁGUA 57
FIGURA 12 - LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL 58
FIGURA 13 – IMAGEM DO ADENSAMENTO ..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
FIGURA 14 - VALE DO PARAÍBA E SERRAS DA MANTIQUEIRA E A DO MAR 69
FIGURA 15 - IMAGEM DO MEANDRO 82
FIGURA 16 - REPRESENTAÇÃO DA DRENAGEM DE UMA BACIA 90
FIGURA 17 - MONITORAMENTO REGIONAL 175

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1 – MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO – 2003-2007 25
GRÁFICO 2 - MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DE OD – 2003-2007 26
GRÁFICO 3 – PRECIPITAÇÕES 54
GRÁFICO 4 – POPULAÇÃO EFETIVAMENTE ATENDIDA POR TRATAMENTO DE ESGOTOS - 2007 63
GRÁFICO 5 – CARGA ORGÂNICA REMANESCENTE NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL – TRECHO PAULISTA - 2007 63
GRÁFICO 6 – TENDÊNCIA DO CRESCIMENTO POPULACIONAL DO VALE DO PARAÍBA – TRECHO PAULISTA 65
GRÁFICO 7 – COLETA DE ESGOTO (2007) 85
GRÁFICO 8 - TRATAMENTO DE ESGOTO POR MUNICÍPIO (2007) 86
GRÁFICO 9 - COMPARAÇÃO ENTRE COLETA E TRATAMENTO (2007) 87
GRÁFICO 10 - CONTRIBUIÇÃO HÍDRICA DAS SUB-BACIAS 01 E 03 93
GRÁFICO 11- SÉRIE PARB02050 98
GRÁFICO 12 – PARB02050 - GERAL 101
GRÁFICO 13 – SÉRIE PARB02100 (1998 A 2007) 105
GRÁFICO 14 – PARB02100 – GERAL 108
GRÁFICO 15 – SÉRIE PARB02200 112
GRÁFICO 16 - PARB02200 – GERAL 114
GRÁFICO 17 - SÉRIE PARB02300 118
GRÁFICO 18 - PARB02300 - GERAL 120
GRÁFICO 19 - SÉRIE PARB02310 123
GRÁFICO 20 - PARB02310 - GERAL 124
GRÁFICO 21 - SÉRIE PARB02400 127
GRÁFICO 22 - PARB02400 - GERAL 128
GRÁFICO 23 - SÉRIE PARB02490 131
GRÁFICO 24 - PARB02490 - GERAL 132
GRÁFICO 25 - SÉRIE PARB02530 135
GRÁFICO 26 - PARB02530 - GERAL 136
GRÁFICO 27 – SÉRIE PARB02600 139
GRÁFICO 28 - PARB02600 - GERAL 140
GRÁFICO 29 - SÉRIE PARB02700 143
GRÁFICO 30 - PARB02700 144
GRÁFICO 31 - SÉRIE PARB02900 148

GRÁFICO 32 - PARB02900 - GERAL 149
GRÁFICO 33 - SÉRIE SAINT00100 152
GRÁFICO 34 - SAINT00100 - GERAL 153
GRÁFICO 35 - SÉRIE JAGI02900 156
GRÁFICO 36 - JAGI02900 - GERAL 157
GRÁFICO 37 - SÉRIE JAGJ00200 160
GRÁFICO 38 - JAGJ00200 - GERAL 161
GRÁFICO 39 - SÉRIE PTEI02900 164
GRÁFICO 40 - PTEI02900 – GERAL 165
GRÁFICO 41 - SÉRIE UNNA02900 168
GRÁFICO 42 - UNNA02900 - GERAL 169
GRÁFICO 43 - MONITORAMENTO REGIONAL (2003) 177
GRÁFICO 44 - MONITORAMENTO REGIONAL (2004) 179
GRÁFICO 45 - MONITORAMENTO REGIONAL (2005) 181
GRÁFICO 46 - MONITORAMENTO REGIONAL (2006) 183

Índice de Tabelas

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA UGRHI 2 NO TRECHO PAULISTA 21
TABELA 2 - BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL – CALHA PRINCIPAL 23
TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA DO RIO PARAÍBA NO TRECHO PAULISTA 59
TABELA 4 - ÁREA E POPULAÇÃO DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL (POR ESTADO) 60
TABELA 5 - CARGA ORGÂNICA BRUTA DE ORIGEM DOMÉSTICA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL – TRECHO PAULISTA 60
TABELA 6 - CARGA DE ESGOTO DOMÉSTICO REMANESCENTE DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL NO TRECHO PAULISTA 61
TABELA 7 - CARGA BRUTA REMANESCENTE NA BACIA 62
TABELA 8 - COMPARAÇÃO DAS PORCENTAGENS DE TRATAMENTO ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2007 64
TABELA 9 - CÁLCULO DO ÍNDICE DE SINUOSIDADE (IS) 77
TABELA 10 - PONTOS COINCIDENTES DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA COM OS DE MONITORAMENTO DA REDE CETESB NO TRECHO PAULISTA 83
TABELA 11 - CARGA ORGÂNICA DE ORIGEM DOMÉSTICA 84
TABELA 12 - DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS SUB-BACIAS E SUAS VAZÕES MÉDIAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA A CALHA PRINCIPAL 89
TABELA 13 – PARB02050 97
TABELA 14 - PARB02100 104
TABELA 15 – PARB02200 111
TABELA 16 - SÉRIE PARB02300 117
TABELA 17 - PARB02310 122
TABELA 18 - PARB02400 126
TABELA 19 - PARB02490 130
TABELA 20 - PARB02530 134
TABELA 21 - PARB02600 138
TABELA 22 - PARB02700 142
TABELA 23 - PARB02900 147
TABELA 24 - SAINT00100 151
TABELA 25 – JAGI02900 155
TABELA 26 - JAGJ00200 159
TABELA 27 - PTEI02900 163
TABELA 28 - UNNA02800 167

1. Introdução

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, desde a sua formação no município de Paraibuna em São Paulo até a sua foz na região de Campos no Estado do Rio de Janeiro, possui uma extensão de aproximadamente 57.000 Km² (SMA - Secretaria do Meio Ambiente / CPLA - Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 1989).

O rio toma o nome de Paraíba do Sul a partir da confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna tendo um percurso total de 1.120 km, no sentido de oeste para leste. Do ponto de vista hidrológico, seus principais afluentes são os rios Jaguari, Buquira, Paraibuna, Preto, Pomba e o Muriaé. Estes dois últimos são os maiores contribuintes em relação às vazões nominais da bacia hidrográfica, e deságuam, respectivamente, a 140 e a 150 km da foz, no Estado do Rio de Janeiro.

A referida bacia hidrográfica está situada entre as latitudes 20º26' e 23º39'S e longitudes 41º e 46º30'W, com área distribuída entre três Estados, tendo como principais atividades econômicas os setores da indústria e da agropecuária.

Do ponto de vista econômico, a diversidade das atividades industriais tem contribuído muito para o desenvolvimento da região, mas traz consigo graves problemas ambientais, como a poluição das águas, do ar e do solo, produzida por lançamento de efluentes industriais e domésticos, emissões

atmosféricas e disposição inadequada de resíduos no solo, que também afetam diretamente o principal corpo receptor da bacia, o rio Paraíba do Sul, podendo comprometer a qualidade de suas águas, o que prejudica assim, as captações de abastecimento para o consumo humano e das indústrias que dependem de águas de boa qualidade para seus processos de transformação e produção.

Esse comprometimento da qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul, no trecho Paulista, vem gerando protestos, principalmente, por parte de Estado do Rio de Janeiro que reclama, sistematicamente, das condições da qualidade da água, do Rio Paraíba, quando este chega à Represa do Funil, conforme o relatório de gestão do (CEEIVAP - Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Agência de Pró-Gestão das Águas da Bacio Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Fundação COPPTEC, UFRJ, 2006), parcialmente reproduzido a seguir.

Relatório de gestão do CEEIVAP, 2006 pag. 15

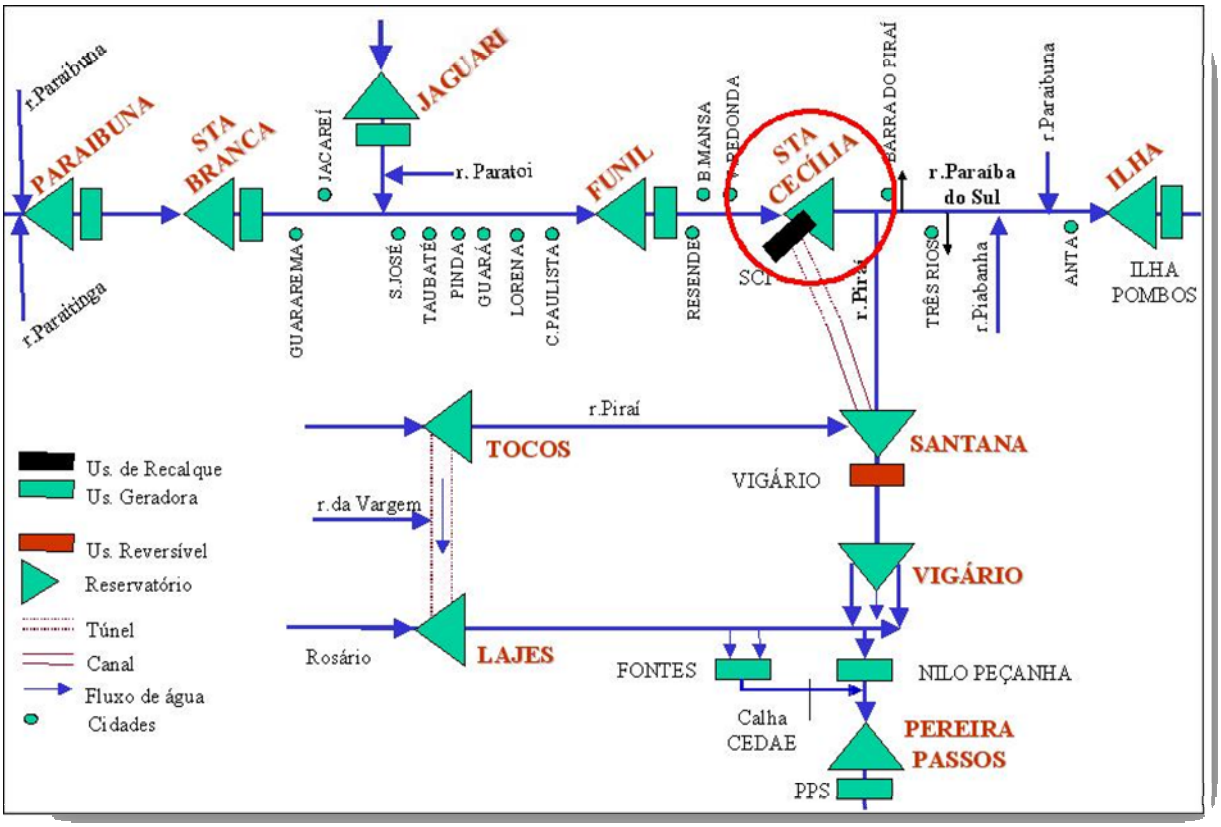
"As atividades econômicas e a ocupação urbana foram, em geral, desenvolvidas de modo predatório, contribuindo para o estado de degradação ambiental em que a bacia se encontra. Transformado em lata de lixo, poluído pela enorme carga de poluentes lançada diariamente em suas águas, efluentes industriais e cerca de 1 bilhão de litros de esgoto doméstico, a maior parte "in natura"— assoreado por resíduos e sedimentos carreados para seu leito pela ação da chuva e da erosão, o rio Paraíba já não convida para o mergulho; a pesca como atividade econômica é praticada em poucos trechos da bacia; a má qualidade de sua água acarreta alto custo do tratamento para torná-la própria para o consumo humano; no período da seca, os reservatórios da bacia chegam a níveis preocupantes. Os diagnósticos já realizados evidenciam problemas críticos nos mais diversos aspectos ambientais, da escassez de florestas (reduzidas a 11% de sua cobertura original) à poluição das águas, passando pelo esgotamento da capacidade produtiva dos solos, degradados pela erosão generalizada na bacia. O crescimento urbano desordenado com ocupação irregular de encostas e margens de rios tem criado situações de risco de

deslizamentos de terra e inundação."

Há também manifestações do poder legislativo do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ), conforme declarações do então Deputado Estadual Carlos Minc (hoje Ministro do Meio Ambiente), proferidas ao jornal o Globo em 17/11/2005, afirmando que o Rio Paraíba já vem com uma grande carga de poluição originária no Estado de São Paulo.

As manifestações neste sentido se seguem até os dias de hoje, conforme a página do site da FEEMA órgão ligado a Secretaria de Meio Ambiente do (FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 2007), onde se descreve as péssimas condições do Rio Paraíba quando este adentra na represa do Funil, trecho do rio já na área pertencente ao Estado do Rio de Janeiro, uma vez que, o rio Paraíba do Sul é o principal manancial de água, que serve ao abastecimento público da região metropolitana do Rio de Janeiro, conforme demonstra a Figura 1 que representa o sistema hidráulico do rio Paraíba do Sul a seguir.

Figura 1 - Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul



Fonte: Relatório fina do PQA/Paraíba do Sul da Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras de São Paulo (1999)

Segundo o (FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 2007), o reservatório do Funil (Figura 2), situado no município de Resende, na divisa do dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo foi construído para regularização da vazão e geração de energia elétrica.

Como a bacia do reservatório está, em sua quase totalidade, situada no Estado de São Paulo, as atividades desenvolvidas a montante, e o tipo de ocupação e uso do solo no trecho paulista da bacia do rio Paraíba do Sul, exercem extrema influência sobre a qualidade de água do reservatório.

Desta forma, o Funil, constitui-se um exemplo típico do impacto que ocorre quando se implanta uma barragem em um rio, e a qualidade das águas a montante do reservatório é progressivamente degradada (Figura 2).

As principais causas associadas à degradação do reservatório são o uso e a ocupação de solo irregular, o crescimento da populacional e dos setores industrial e agrícola, acompanhados de desmatamento, erosão e assoreamento dos corpos d'água a montante do represamento.

Portanto, considera-se que o reservatório do Funil “atua" como um decantador natural de material em suspensão e, conseqüentemente, de outras substâncias potencialmente tóxicas; considerado como um autêntico receptor da poluição oriunda do Vale do Paraíba Paulista, o reservatório de Funil beneficia expressivamente a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul no trecho fluminense.

Periodicamente, contudo, são realizadas descargas de fundo que tem por objetivo reduzir o acúmulo de sólidos junto à barragem, lançando o material de fundo para o trecho a jusante, no rio.

Os levantamentos da comunidade fitoplantônica realizados pela (FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 2007) no reservatório de Funil, vêm demonstrando uma significativa modificação na composição qualitativa, com dominância de cianobactérias.

As cianobactérias são responsáveis, especialmente, no verão, por intensas florações de algas no reservatório, que confere às águas uma coloração verde, **c**omo conseqüência das atividades a montante.

A poluição das águas do rio Paraíba, segundo o (INEA - Instituto Estado do Ambiente, 2008), que incorporou a FEEMA, estaria degradando o reservatório do Funil, que sofre um processo crescente de eutrofização, em virtude dos despejos da montante, o que ocasiona condições adversas em relação aos diversos usos da água.

Figura 2 - Foto da Barragem do Reservatório do Funil

Fonte: Banco de imagens do INEA (2008)

A seguir matéria publicada em jornal, que faz referências as condições de poluição que o rio Paraíba se encontra desde o Estado de São Paulo, pelo senhor Deputado Carlos Minc, onde faz a menção da presença inclusive de metais pesados proveniente do trecho paulista.

Também de acordo com o Jornal o Globo de 17/11/2005, em matéria intitulada, “É Preciso Salvar o Paraíba”, que faz referências as condições de poluição que o rio Paraíba se encontra desde o Estado de São Paulo, pelo então, Deputado Estadual pela ALERJ, senhor Carlos Minc, hoje Ministro do Meio Ambiente, onde faz a menção da presença inclusive de metais pesados proveniente do trecho paulista destaca-se:

> *“O grande rio da integração da região sudeste agoniza. Suas águas são contaminadas com metais pesados das indústrias, com o esgoto lançado sem tratamento; as represas das usinas hidroelétricas seccionam seu curso, extinguindo várias espécies de peixes migratórios, suas margens são desmatadas, seu leito é assoreado, a qualidade da água é deteriorada e o seu uso múltiplo está ameaçado, o triste Paraíba vem poluído de São Paulo”.*

2. Objetivo

Este estudo tem como objetivo principal avaliar as mudanças de qualidade das águas do rio Paraíba do Sul no trecho paulista dos últimos 10 anos, principalmente, por meio de dois parâmetros de análise de água.

São eles a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e o OD (Oxigênio Dissolvido) que são usados como indicadores de poluição de origem doméstica, estes avaliarão o comprometimento da qualidade das águas do rio, ao longo do seu percurso, no trecho paulista, até a sua chegada na Represa do Funil, no Estado do Rio de Janeiro, bem como no que se refere a capacidade de depuração ainda na área do Estado de São Paulo.

Para tanto, serão utilizados os locais de amostragem de água no rio Paraíba do Sul, que foram determinados pela CETESB (Agência Ambiental do Estado de São Paulo), com o objetivo de monitorar a qualidade de suas águas ao longo da calha no trecho paulista, e distribuídos de forma espacial, que atendem as demandas ambientais na região, como por exemplo; a montante ou a jusante de significativos lançamentos de esgotos ou de efluentes industriais que poderão alterar de algum modo a qualidade das águas do curso fluvial principal, conforme a Tabela 1.

3. Justificativas

O fato dos lançamentos de esgotos de origem doméstica, sem tratamento, no rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, estaria provocando a eutrofização das águas da represa do Funil, o agravamento deste processo inviabilizaria o uso dessas águas, para fins de abastecimento público, em virtude de, ser este, o principal manancial que fornece água para a região metropolitana do Rio de Janeiro.

O recorte espacial da área do estudo se restringe ao trecho paulista do rio Paraíba do Sul pois é nessa região que, possivelmente, são gerados os problemas de poluição citados nos relatórios da Fundação COPPETEC/UFRJ e da FEEMA bem como os protestos feitos na ALERJ (Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro) pelo então Deputado Estadual Carlos Minc.

O recorte temporal, de 1998 a 2007 (10 anos), justifica-se por ser este período do qual temos uma base de dados da Agência Ambiental Paulista, onde é possível obter séries históricas dos locais de amostragem, isto possibilita análises mais consistentes, no sentido de interpretar os resultados obtidos ao longo desse período e ainda um espaço de tempo suficientemente distante do início das atividades do Comitê de Bacia do Rio Paraíba do Sul em 25/11/94 que foi criado com objetivo principal de conservar e recuperar as águas da bacia hidrográfica.

O período de 03 (três) anos pode ser considerado, suficiente para a realização de estudos e diagnósticos preliminares para que as ações do Comitê possam começar a serem implantadas principalmente no que se refere à construção e operação de estações de tratamento de esgoto nos municípios pertencentes à bacia hidrográfica.

A carga orgânica potencial é a quantidade de matéria orgânica gerada pela população urbana por dia. É estimada pela multiplicação da população urbana e a quantidade de matéria orgânica gerada por pessoa por dia. Adota-se o valor de 0,054 kg DBO / dia como a quantidade de matéria orgânica gerada / habitante / dia (Pivelli & Kato, 2006).

4. Metodologia

4.1. Recursos teóricos–metodológicos

Este estudo está baseado, na hipótese de que as águas do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, estão poluídas por esgoto de origem doméstica, mesmo diante das recentes medidas de melhoria que têm sido focalizadas com a nova legislação de gestão das águas, desenvolvida a partir da década de 1990. Tal fato estaria provocando outro: o da eutrofização da represa do Funil no Estado do Rio de Janeiro, conforme reivindicam a sociedade civil e os governantes locais.

Para a comprovação da hipótese, este trabalho, deverá analisar o contexto geográfico regional, da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul em seu trecho paulista, e principalmente os aspectos da geomorfologia fluvial, bem como alguns parâmetros de qualidade de água representativos dessas condições de poluição.

O conhecimento prévio e contextualizador regional possibilitarão a compreensão da dinâmica geo-ambiental da região. Tais informações fornecem subsídios para a análise e interpretação dos dados, a serem considerados relativamente à qualidade de água, dados esses representativos de 16 pontos de monitoramento em localização específica desse sistema hidrográfico.

Do ponto de vista regional, estudos fundamentais considerados neste estudo foram: A Geomorfologia do Estudo de São Paulo, in “Aspectos Geográficos da Terra Bandeirante (Ab'Saber, A Geomorfologia do Estudo de São Paulo, 1954), (Ab'Saber, Problema das Conexões Antigas e da Separação da Drenagem do Rio Paraíba do Sul e do Tietê, 1957), (Ab'Saber & Bernardes, O Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Arredores de São Paulo, 1958) e (Almeida, 1974).

Estudos geomorfológicos restritos foram igualmente considerados, com ênfase, nos estudos da Geomorfologia Fluvial. As publicações que subsidiaram as interpretações e análises, da calha principal de escoamento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul são: O Quaternário de Taubaté:

Estado Atual dos Conhecimentos, Geomorfologia (Ab'Saber, 1969), Geomorfologia (Christofoletti, 1974), Contribuição a Geomorfologia da Região de Guaratinguetá – Aparecida (Coltrinari, 1974), Tipologia de Sitios Urbanos do Vale do Paraíba (De Biasi, 1972), Fluvial Process in Geomorphology (Leopold, Wolman e Miller, 1964), Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. Amsterdam (Mial, 1985).

Nesse sentido, foram ainda utilizados, mapas específicos da região, e imagens de satélite na análise e interpretação da região, na tentativa de setorizar a hidrodinâmica fluvial, com a morfologia dispersora de energia e morfologia de maior turbulência, portanto mais dispersora de poluição orgânica de origem doméstica, em virtude da maior possibilidade de oxigenação das águas em certos setores do rio. Isto está diretamente relacionado, com os locais das fontes de poluição, que neste estudo, são os lançamentos de esgotos domésticos dos 34 municípios que compõem a bacia hidrográfica.

4.2. Área de estudo

A escala da área de estudo, é a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, que compreende 34 municípios com cerca de 1,8 milhões de habitantes, onde 83% da população residem em áreas urbanas muito próximas ao curso do rio. Para a composição deste trabalho, adotou-se a média diária de DBO por habitante em torno de 54 g/dia.

A escolha de se realizar análises de dados de qualidade de água na calha principal da bacia hidrográfica é em virtude de, as áreas fonte localizam-se muito próximas ao canal principal, em sua grande maioria, em função da importância do rio, para a própria história de ocupação e urbanização desta bacia hidrográfica. Assim, a localização das fontes de poluição por esgotos domésticos são os sítios urbanos.

É em virtude disto, que a distribuição dos pontos de monitoramento, em sua maioria, está posicionada ao longo do perfil longitudinal do rio Paraíba do Sul, que viabiliza a análise pretendida neste estudo.

4.3. Recorte temporal e o universo amostral

O período de estudo será de 10 (dez) anos, ou seja, do ano de 1998 a 2007. Isto foi possível, em virtude de se possuir uma base de dados consistente com os parâmetros escolhidos, bem como a implementação de novas legislações federais para maior proteção aos recursos hídricos neste período (como por exemplo: a Lei das Águas nº 9433/97, que instituiu a Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, que prevê a cobrança pelo uso da água e a Resolução CONAMA nº 357/05 que versa sobre condições e padrões de qualidade das águas superficiais).

Esta base, em sua maior parte, conta com um universo amostral de água no rio Paraíba do Sul de pelo menos 6 (seis) amostras, durante cada ano, por ponto de monitoramento no período.

Este recorte temporal também foi definido em virtude do início das atividades do Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul, no ano 1994. Portanto, o período de 3 (três) anos, após a sua fundação, se faz suficiente para a conclusão dos estudos para implantação das estações de tratamento de esgotos nos 34 municípios que compõem a bacia hidrográfica em sua porção paulista.

4.4. Distribuição espacial dos pontos de monitoramento de água no trecho paulista

A distribuição espacial dos pontos de amostragem na bacia hidrográfica atende às exigências aplicáveis em rios, como o Paraíba do Sul, que possuí boa mistura, considerando-se principalmente os mecanismos de capacidade de transporte, advecção e dispersão, significativos ao longo da direção do fluxo, isto é, no eixo longitudinal do canal. Tal fato possibilita, inclusive, a localização de afluentes e descargas pontuais que atingem o corpo receptor. Com isso, facilita a identificação da procedência do material lançado em suas águas.

A rede de monitoramento da CETESB na bacia hidrográfica do rio Paraíba possui pontos de amostragem de água ao longo da bacia no trecho paulista (como pode ser observado na Figura 3), de onde são coletadas amostras periódicas durante todo o ano de modo sistemático, a fim de se avaliar a qualidade de suas águas que estão distribuídos da seguinte maneira: 2 pontos no rio Jaguarí, 12 pontos no rio Paraíba, 01 ponto no rio Parateí e

01 ponto no reservatório de Santa Branca, conforme representação no esquema unifilar do rio Paraíba do Sul (Figura 4) e sua descrição na Tabela 1.

A área de estudo compreende 34 municípios com cerca de 1,8 milhões de habitantes, onde 83% da população residem em áreas urbanas muito próximas ao curso do rio. Para a composição deste trabalho, adotaremos a média diária de DBO por habitante em torno de 54 g/dia.

Monitoramento Regional do Rio Paraiba do Sul (SP) - CETESB
Relatório de Qualidade de Águas Interiores

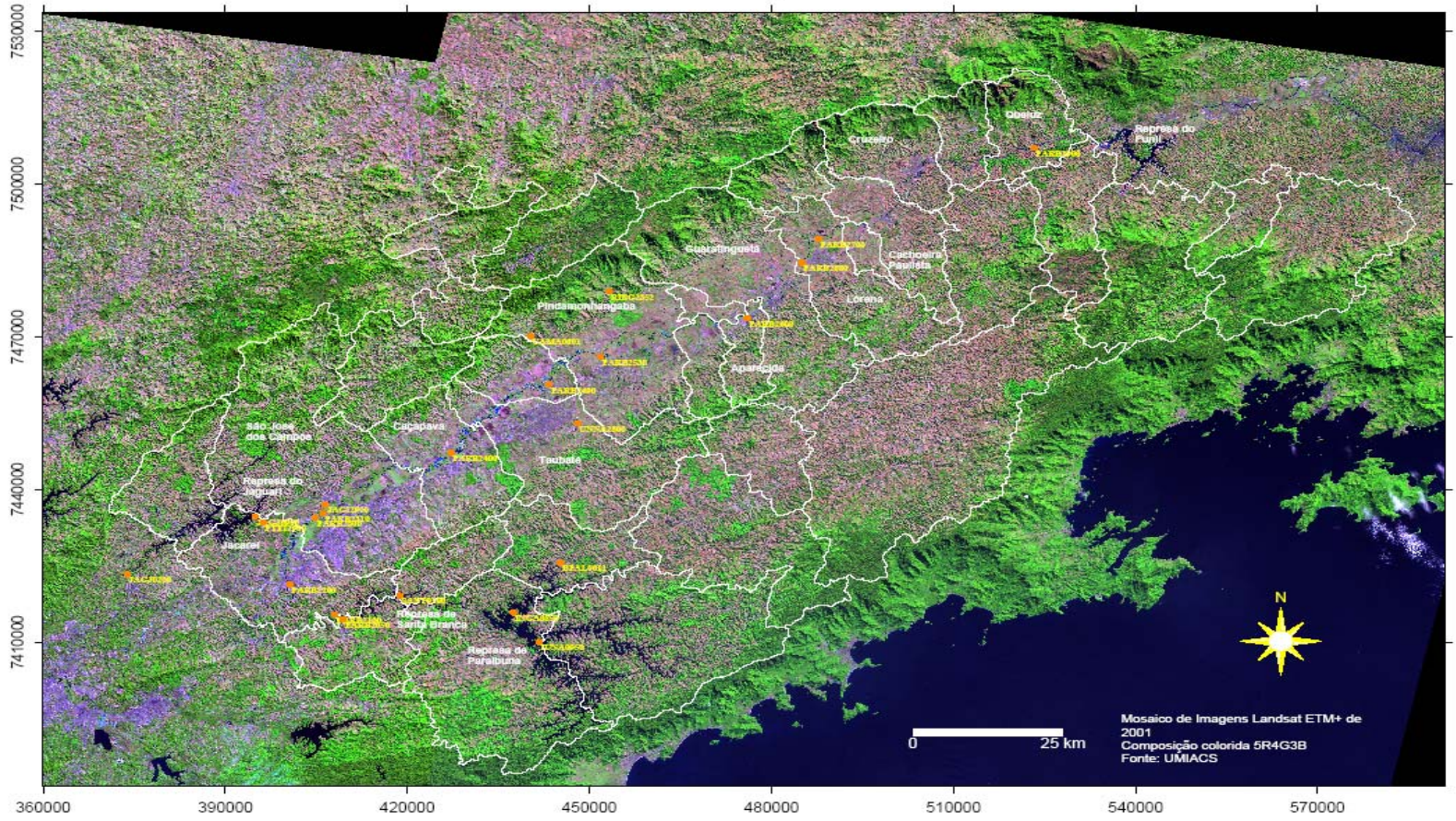


Figura 3 - Esquema unifilar geral do rio Paraíba do Sul

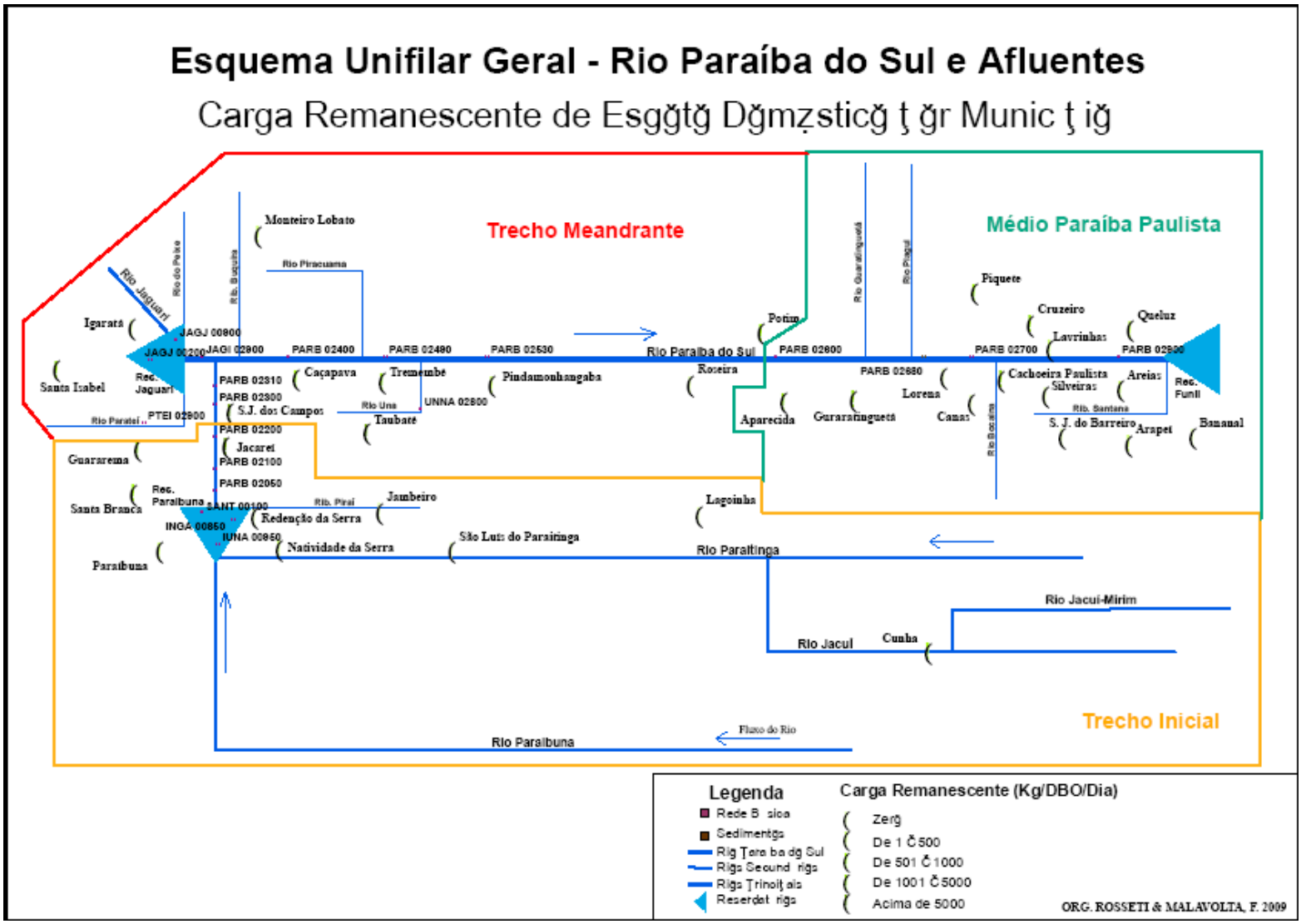


Tabela 1 - Descrição da localização dos pontos de amostragem da UGRHI 2 no trecho paulista

UGRHI	Código CETESB	Latitude			Longitude						
		°	'	"	°	'	"				
2	JAGI 02900	23	10	21	45	54	49	RB	Rio Jaguari 02	Próximo à foz no rio Paraíba	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
2	JAGJ 00200	23	17	38	46	14	2	RB	Res. do Jaguari	Ponte na rodovia SP056 - liga Santa Isabel a Igaratá	SANTA ISABEL
2	PARB 02050	23	22	32	45	53	12	RB	Rio Paraíba	Captação de Santa Branca, no bairro Angola de Cima.	SANTA BRANCA
2	PARB 02100	23	22	5	45	53	59	RB	Rio Paraíba do Sul	Ponte na rodovia SP77 - liga Jacareí a Santa Branca.	SANTA BRANCA
2	PARB 02200	23	18	48	45	58	20	RB	Rio Paraíba do Sul	Junto à captação do município de Jacareí	JACAREI
2	PARB 02300	23	11	42	45	55	48	RB	Rio Paraíba do Sul	Ponte de acesso ao loteamento Urbanova	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
2	PARB 02310	23	11	16	45	55	4	RB	Rio Paraíba do Sul	Na captação de São José dos Campos.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
2	PARB 02400	23	4	54	45	42	40	RB	Rio Paraíba do Sul	Ponte na rua do Porto, no trecho que liga Caçapava ao bairro Menino Jesus.	CACAPAVA
2	PARB 02490	22	57	40	45	33	10	RB	Rio Paraíba do Sul	Na captação de Tremembé	TREMEMBÉ
2	PARB 02530	22	54	42	45	28	13	RB	Rio Paraíba do Sul	Na captação da SABESP de Pindamonhangaba	PINDAMONHANGABA
2	PARB 02600	22	50	40	45	14	4	RB	Rio Paraíba do Sul	Na captação de Aparecida	APARECIDA
2	PARB 02700	22	42	12	45	7	10	RB	Rio Paraíba do Sul	Ponte na rodovia BR459 - liga Lorena a Piquete.	LORENA
2	PARB 02900	22	32	32	44	46	26	RB	Rio Paraíba do Sul	Ponte na cidade de Queluz.	QUELUZ
2	PARB 02950	22	31	20	44	42	22	SED	Rio Paraíba do Sul	No P. 140 do Monitoramento Regional, altura do Km 4 da BR116	QUELUZ
2	PTEI 02900	23	12	14	46	0	50	RB	Rio Paratei	Ponte na estrada de acesso ao Res. Jaguari, próximo à cervejaria Brahma	JACAREI
2	SANT 00100	23	20	5	45	47	43	RB	Res. Sta. Branca	No meio do corpo central, na junção dos braços Capivari e Paraibuna.	JAMBEIRO
2	UNNA 02800	23	1	49	45	30	26	RB	Rio Una	Na captação da SABESP de Taubaté.	TAUBATÉ

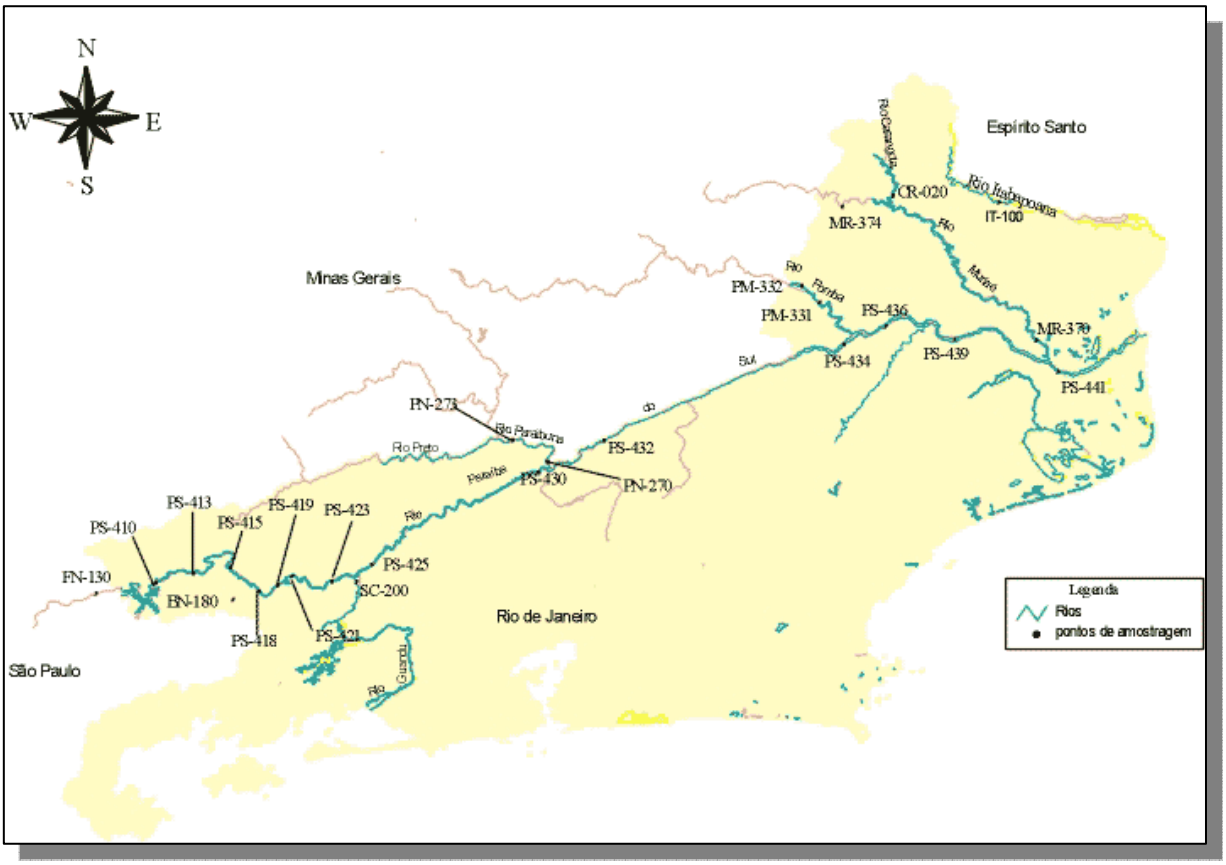
RB = Rede Básica de Monitoramento
PARB = Ponto localizado no rio Paraíba
JAGJ = Ponto localizado na represa do Jaguari
UNNA = Ponto localizado no rio Una
SED = Rede de Sedimentos
JAGI = Ponto localizado no rio Jaguari
PTEI = Ponto localizado no rio Parateí

Fonte: Relatório de qualidade de águas interiores CETESB – São Paulo (2007)

4.5. Distribuição espacial dos pontos de monitoramento no Estado do Rio de Janeiro

Dentro do Estado do Rio de Janeiro, nos seus de 500 Km extensão, o Rio Paraíba é monitorado pela FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente. Os pontos da bacia do rio Paraíba do Sul são amostrados mensalmente, em 16 estações de amostragem (Figura 5) na calha principal e 21 pontos de coleta (Tabela 2) nos afluentes são mostrados abaixo:

Figura 4 - Ponto monitorados no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Banco de imagens FEEMA – Rio de Janeiro (2007)

Tabela 2 - Bacia do rio Paraíba do Sul – Calha principal

ESTAÇÃO DE COLETA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		LATITUDE	LONGITUDE
FN 130	Reservatório de Funil – Queluz	22º 31' 29"	44º 43' 30"
PS410	Reservatório de Funil - canal de fuga, saída das turbinas.	22º 31' 39"	44º 34' 09"
PS413	Resende	22º 27' 58"	44º 26' 51"
PS415	Floriano - ponte a jusante da Cyanamid	22º 27' 00"	44º 18' 01"
PS418	Barra Mansa - ponte a jusante da siderúrgica de Barra Mansa	22º 32' 17"	44º 10' 31"
PS419	Barra Mansa - ponte de pedestre, próximo ao Cimento Tupi	22º 31' 09"	44º 07' 56"
PS421	BR 116, primeira ponte após Volta Redonda.	22º 28' 40"	44º 03' 45"
PS423	Vargem Alegre - sob a ponte na BR 116	22º 29' 54"	43º 55' 45"
SC200	Represa de Santa Cecília - 1ª entrada de bombeamento	22º 28' 57"	43º 50' 10"
PS425	Barra do Piraí - entrada para Vassouras	22º 25' 27"	43º 45' 46"
PS430	Três Rios	22º 06' 13"	43º 10' 08"
PS432	Sapucaia	21º 59' 30"	42º 54' 45"
PS434	Itaocara	21º 39' 47"	42º 05' 06"
PS436	Portela	21º 37' 45"	41º 59' 15"
PS439	São Fidélis	21º 38' 36"	41º 44' 45"
PS441	Campos	21º 40' 40"	041º 19' 50"
FEEMA - DIAG - Divisão de Qualidade de Água/ DIAG-02 - Serviço de Monitoramento ARN - Agência Regional Norte Fluminense			

Fonte: site oficial da FEEMA - http://www.feema.rj.gov.br/bacia-rio-paraiba-sul.asp?cat=

4.6. Definição dos parâmetros de avaliação da carga orgânica de origem doméstica

A definição da escolha dos parâmetros DBO e OD que avaliarão a carga orgânica de origem doméstica, está baseada em estudos consolidados para este tipo de fonte de poluição. Tais estudos estão descritos em (Pivelli & Kato, 2006) e em (Metcalf & Eddy AECOM, 1991).

A DBO e o OD ainda são os melhores parâmetros para aferir a carga orgânica de origem doméstica. São utilizados internacionalmente e

reconhecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), Banco Mundial e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). São utilizados para o controle dos lançamentos deste tipo de fonte de poluição.

No caso da DBO, trata-se também de um parâmetro de referência para o dimensionamento dos projetos de construção de estações de tratamento de esgotos, por exemplo.

A avaliação será realizada por meio dos resultados analíticos laboratoriais de DBO e OD, durante o período proposto neste estudo, que estarão expressos em tabelas e gráficos para cada ponto de monitoramento, o que facilita a interpretação dos dados obtidos.

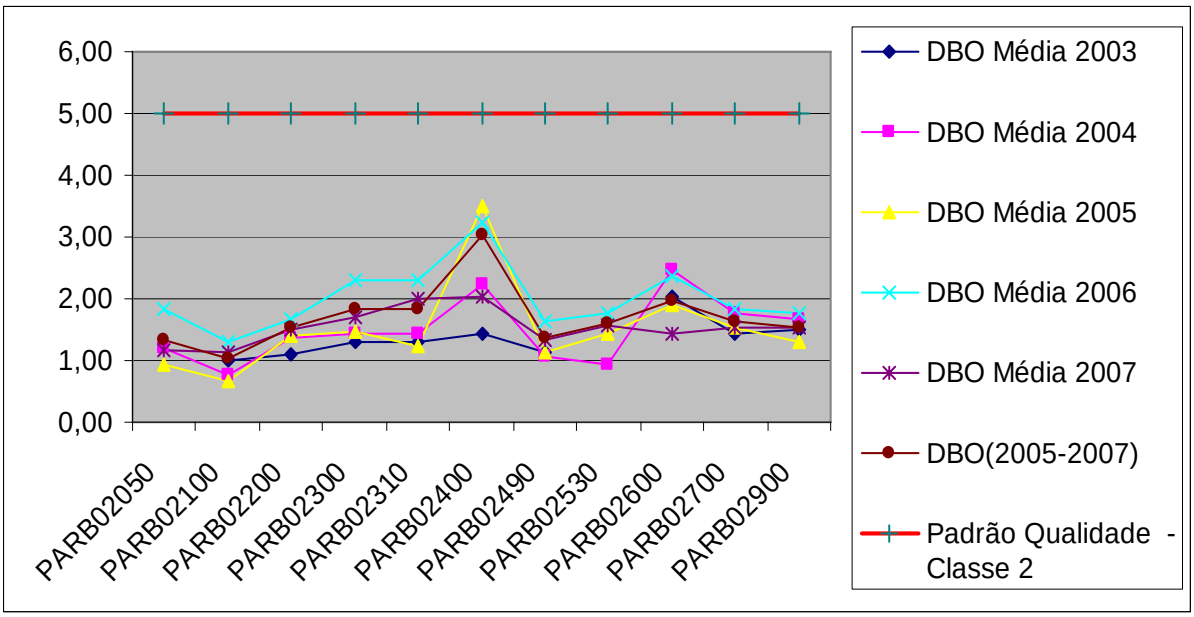
O Estudo da evolução da carga orgânica de origem doméstica será realizado utilizando-se os seguintes parâmetros: DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) e OD (Oxigênio Dissolvido) em um período de 10 anos, de 1998 a 2007, o que permitirá avaliar a evolução das concentrações de lançamento de esgotos domésticos ao longo do curso do Rio Paraíba.

Como a DBO é uma medida do consumo de oxigênio requerido pelas bactérias que fazem a decomposição da matéria orgânica num certo período, o seu valor, em uma amostra de água, é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável. Normalmente, a DBO é considerada a quantidade de oxigênio consumido durante período de

tempo, numa incubação específica de 5 dias e em temperatura de 20ºC. Uma DBO elevada provoca a morte de todos os organismos que precisam de oxigênio, desde o protozoário até o peixe. No estágio final de um processo de elevada poluição orgânica, o que sobra é apenas a comunidade de bactérias anaeróbicas, adaptadas às condições de total ausência de oxigênio.

Para o presente estudo, serão utilizados apenas os parâmetros DBO e OD, citados para a elaboração dos estudos. Cabe salientar, que a rede de monitoramento instalada na bacia abrange uma coleção de parâmetros maior e que, para atingir o objetivo deste estudo, não há a necessidade de analisar todos, pois a representatividade das cargas orgânicas se faz pelas determinações aqui selecionadas, conforme demonstrado nos Gráficos 1 e 2, a seguir:

Gráfico 1 – Médias das concentrações de DBO – 2003-2007



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

Gráfico 2 - Médias das concentrações de OD – 2003-2007

Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

4.7. Carga orgânica de origem doméstica

Para avaliar a carga de esgoto doméstico, é apresentada a situação sanitária dos municípios que formam cada UGRHI, por meio das porcentagens de coleta e tratamento de esgotos e das cargas orgânicas potenciais e remanescentes.

A porcentagem de coleta é definida em função da população urbana atendida por rede coletora de esgoto. A porcentagem de tratamento é aquela da população urbana atendida por rede coletora e que tem seu esgoto tratado.

Por meio dos índices de coleta e tratamento é possível estimar as cargas

orgânicas poluidoras potenciais e remanescentes. A carga orgânica potencial é a quantidade de matéria orgânica gerada pela população urbana por dia. É estimada pela multiplicação da população urbana e a quantidade de matéria orgânica gerada por pessoa por dia. Adota-se o valor de 0,054 kg DBO / dia como a quantidade de matéria orgânica gerada / habitante / dia (Pivelli & Kato, 2006).

Adota-se 80% de eficiência de tratamento (desde que a média de todos os sistemas de tratamentos existentes esteja atendendo ao padrão de emissão preconizado no artigo 18 do Decreto nº 8468/76 que regulamenta a Lei nº 997/76, e no artigo 34 da Resolução CONAMA 357/05). Para os municípios onde a CETESB dispõe dos dados de vazão e DBO 5,20, antes e após o tratamento, a carga remanescente é calculada com base na eficiência real do sistema.

A carga orgânica remanescente é aquela efetivamente lançada em corpos d'água, após redução ocorrida nos sistemas de tratamento, sendo calculada como a carga orgânica gerada pela população urbana menos a carga orgânica removida no sistema de tratamento de esgoto.

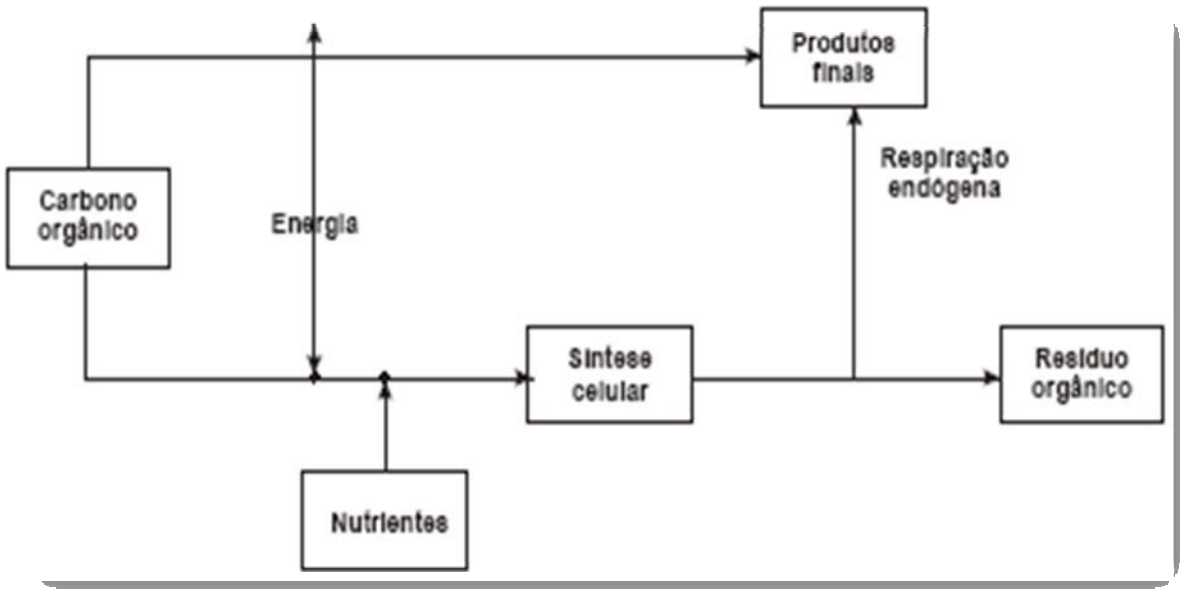
As informações das porcentagens de coleta e tratamento dos esgotos doméstico são levantadas pelas Agências Ambientais da Diretoria de Controle da Poluição Ambiental da CETESB. Para cada município do Estado de São Paulo adotou-se a população total de 2005, para efeito do cálculo da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5,20).

4.8. DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

A DBO 5,20 da água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO 5,20 é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período, numa temperatura de incubação específica. Um período de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO 5,20.

Na Figura 6, sintetiza-se o fenômeno da degradação biológica de compostos que ocorre nas águas naturais, que também se procura reproduzir sob condições controladas nas estações de tratamento de esgotos e, particularmente, durante a análise da DBO 5,20.

Figura 5 – Esquema de degradação biológica da matéria orgânica



Fonte: (Pivelli & Kato, 2006) – Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos – São Paulo – ABES, 285p.

Neste esquema, apresenta-se o metabolismo dos microrganismos heterotróficos, em que os compostos orgânicos biodegradáveis são transformados em produtos finais estáveis ou mineralizados, tais como água, gás carbônico, sulfatos, fosfatos, amônia, nitratos, etc. Nesse processo há consumo de oxigênio da água e liberação da energia contida nas ligações químicas das moléculas decompostas.

Os microrganismos desempenham um importante papel no tratamento de esgotos, pois necessitam desta energia liberada, além de outros nutrientes que por ventura não estejam presentes em quantidades suficientes nos despejos, para exercer suas funções celulares tais como reprodução e locomoção, o que, genericamente, se denomina quimiossíntese.

Quando passa a ocorrer insuficiência de nutrientes no meio, os microrganismos sobreviventes passam a se alimentar do material das células que têm a membrana celular rompida. Este processo se denomina respiração endógena. Finalmente, há neste circuito, compostos que os microrganismos são incapazes de produzir enzimas que possam romper suas ligações químicas, permanecendo inalterados. Ao conjunto destes compostos dá-se o nome de resíduo não biodegradável ou recalcitrante.

Pelo fato de a DBO 5,20 somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de

materiais sobre a atividade microbiana.

Os maiores aumentos em termos de DBO 5,20, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um valor elevado da DBO 5,20 pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis, pode ainda, obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

No campo do tratamento de esgotos, a DBO 5,20 é um parâmetro importante no controle da eficiência das estações, tanto de tratamentos biológicos aeróbios e anaeróbios, bem como físico-químicos (embora, de fato, ocorra demanda de oxigênio apenas nos processos aeróbios, a demanda "potencial" pode ser medida à entrada e à saída de qualquer tipo de tratamento).

Na legislação do Estado de São Paulo, o Decreto Estadual nº 8468, a DBO 5,20 de cinco dias é padrão de emissão de esgotos diretamente nos corpos d'água, sendo exigidos, ou uma DBO 5,20 máxima de 60 mg/L, ou uma eficiência global mínima do processo de tratamento na remoção de DBO 5,20 igual a 80%. Este último critério favorece aos efluentes industriais concentrados, que podem ser lançados com valores de DBO 5,20 ainda

altos, mesmo removida a sua carga acima dos 80% previstos.

A carga de DBO 5,20, expressa em Kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores, etc. A carga de DBO 5,20 pode ser obtida do produto da vazão pela concentração de DBO 5,20. Por exemplo, em uma indústria já existente em que se pretenda instalar um sistema de tratamento, pode-se estabelecer um programa de medições de vazão e de análises de DBO 5,20, obtendo-se a carga através do produto dos valores médios.

O mesmo pode ser feito em um sistema de esgotos sanitários, já implantado. Na impossibilidade de se adotar esse procedimento, costuma-se recorrer a valores unitários estimativos (Pivelli & Kato, 2006).

No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição “per capita” de DBO 5,20 de 54 g.hab-1.dia-1. Porém, há a necessidade de melhor definição deste parâmetro através de determinações de cargas de DBO 5,20 em bacias de esgotamento com população conhecida. No caso dos efluentes industriais, também se costuma estabelecer contribuições unitárias de DBO 5,20 em função de unidades de massa ou de volume de produto processado.

4.9. DQO – Demanda Química de Oxigênio

A DQO - Demanda Química de Oxigênio, é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico.

Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO 5,20, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve, principalmente, aos despejos de origem industrial. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO 5,20 para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos, como hidrocarbonetos aromáticos e piridina.

Desta forma, os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de

DBO 5,20. Como na DBO 5,20 mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais biodegradável será o efluente.

É comum se aplicarem tratamentos biológicos para efluentes com relações DQO/DBO 5,20 de 3/1, por exemplo. Mas valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso, uma vez que a fração biodegradável torna-se pequena, tendo-se ainda o tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável.

A DQO tem demonstrado ser um parâmetro bastante eficiente no controle de sistemas de tratamentos anaeróbios de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

Após o impulso que estes sistemas tiveram em seus desenvolvimentos a partir da década de 70, quando novos modelos de reatores foram criados e muitos estudos foram conduzidos, observa-se o uso prioritário da DQO para o controle das cargas aplicadas e das eficiências obtidas. A DBO 5,20, nestes casos, tem sido utilizada apenas como parâmetro secundário, mais para se verificar o atendimento à legislação, uma vez que tanto a legislação federal quanto a do Estado de São Paulo não incluem a DQO.

Parece que os sólidos carreados dos reatores anaeróbios devido à ascensão das bolhas de gás produzidas ou devido ao escoamento, trazem maiores

desvios nos resultados de DBO 5,20 do que nos de DQO. Outro uso importante que se faz da DQO é para a previsão das diluições das amostras na análise de DBO 5,20. Como o valor da DQO é superior e pode ser obtido no mesmo dia da coleta, poderá ser utilizado geralmente para balizar as diluições.

No entanto, deve-se observar que as relações DQO/DBO 5,20 são diferentes para os diversos efluentes e que, para um mesmo efluente, a relação altera-se mediante tratamento, especialmente o biológico.

Desta forma, um efluente bruto que apresente relação DQO/DBO 5,20 é igual a 3/1, poderá, por exemplo, apresentar relação da ordem de 10/1 após tratamento biológico, que atua em maior extensão sobre a DBO 5,20.

4.10. A série de Nitrogênio (amônia, nitrato, nitrito nitrogênio orgânico)

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da uréia na água, etc.

Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas

alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A atmosfera é outra fonte importante em virtude dos diversos mecanismos como a biofixação desempenhada por bactérias e algas, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, o que contribui para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; já a fixação química, reação que depende da presença de luz, concorre para as presenças de amônia e nitratos nas águas e as lavagens da atmosfera poluída pelas águas pluviais concorrem para as presenças de partículas contendo nitrogênio orgânico, bem como para a dissolução de amônia e nitratos.

Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Da mesma forma, nas áreas urbanas, a drenagem das águas pluviais, associadas às deficiências do sistema de limpeza pública, constitui fonte difusa de difícil caracterização.

Como se verifica, o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras se chamam formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Pode-se associar a idade da poluição com relação entre as formas de nitrogênio, ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecer nitrito e nitrato, porém, isto denota que as descargas de esgotos se encontram distantes.

Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos. Caracterizam-se como macronutrientes, pois depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas.

Quando descarregados nas águas naturais conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o mais fértil e possibilita o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização (Figura 7)

Figura 6 - Exemplo de floração de algas

Fonte: Acervo de fotos da CETESB – Autor – Oswaldo Atanagildo (2004)

Quando as descargas de nutrientes são muito fortes, dá-se o florescimento muito intenso de gêneros que predominam em cada situação em particular. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos múltiplos usos das águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição. O controle da eutrofização, através da redução do aporte de nitrogênio, é comprometido pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas. Por isso, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo.

Deve ser lembrado, também, que os processos de tratamento de esgotos empregados atualmente no Brasil não são otimizados para a remoção de nutrientes; e os efluentes finais tratados liberam grandes quantidades

destes que geralmente podem dar margem à ocorrência do processo de eutrofização.

Nos reatores biológicos das estações de tratamento de esgotos, o carbono, o nitrogênio e o fósforo, têm que se apresentar em proporções adequadas para possibilitar o crescimento celular sem limitações nutricionais.

Com base na composição das células dos microrganismos que formam parte dos tratamentos, costuma-se exigir uma relação DBO 5,20:N:P mínima de 100:5:1 em processos aeróbios e uma relação DQO:N:P de pelo menos 350:7:1 em reatores anaeróbios.

Deve ser notado que estas exigências nutricionais podem variar de um sistema para outro, principalmente em função do tipo de substrato. Os esgotos sanitários são bastante diversificados em compostos orgânicos; já alguns efluentes industriais possuem composição bem mais restrita, com efeito sobre o ecossistema a ser formado nos reatores biológicos para o tratamento e sobre a relação C/N/P (carbono/nitrogênio/fósforo).

No tratamento de esgotos sanitários, estes nutrientes encontram-se em excesso, não havendo necessidade de adicioná-los artificialmente, pelo contrário, o problema está em removê-los.

Alguns efluentes industriais, como é o caso dos produtores de celulose, que são compostos basicamente de carboidratos, não possuindo praticamente nitrogênio e fósforo, estes devem ser adicionados de forma a perfazer as

relações recomendadas, utilizando-se, para isto, uréia granulada, rica em nitrogênio e fosfato de amônia, que possui nitrogênio e fósforo, dentre outros produtos comerciais.

Pela legislação federal em vigor, a resolução nº 357/05 do CONAMA/05, o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. A amônia é um elemento tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 20 mg/L.

Além disso, como foi visto anteriormente, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais. Isto se dá por meio da oxidação biológica, a chamada DBO de segundo estágio. Por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é importante parâmetro de classificação das águas naturais e normalmente utilizado na constituição de índices de qualidade das águas. Os nitratos são tóxicos. Em altas concentrações, causam uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (o nitrato reduz-se a nitrito na corrente sangüínea, competindo com o oxigênio livre, o que dá ao sangue uma coloração azulada).

Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, sendo 10 mg/L o valor máximo permitido pela Portaria nº 518, de 25/03/04, do Ministério da Saúde.

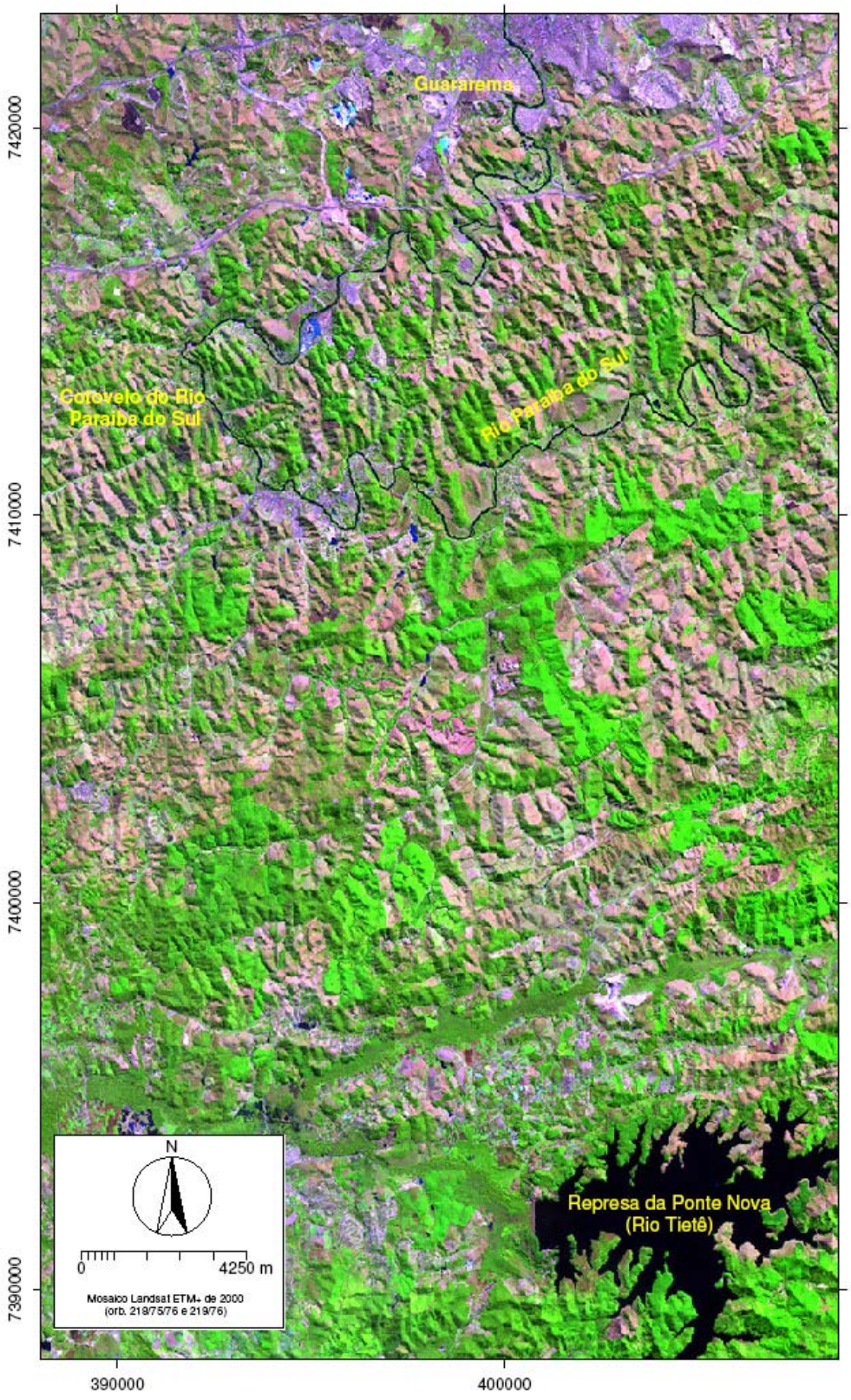
5. Contextualização regional

Neste capítulo serão abordados aspectos da hidrografia do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, assim como aspectos dos contextos geomorfológicos e geológicos, ressaltando-se, ainda, as características e relação à Bacia Sedimentar de Taubaté.

5.1. Aspectos Físicos

O rio Paraíba do Sul recebe tal denominação a partir dos cursos dos rios Paraitinga e Paraibuna, próximos à cidade de Paraibuna. As cabeceiras do Rio Paraitinga situam-se aos 1.800 metros de altitude do nível do mar, na Serra da Bocaína e as do rio Paraibuna a 1.600 metros de altitude do nível do mar, situado na Serra do Mar, com confluência dos dois rios a 620 metros de altitude do nível do mar. A partir do município de Guararema, a 572 m de altitude, o rio Paraíba, que até então se encaminhava rumo ao sudoeste, sofre uma brusca inflexão de quase 180º, passando a se dirigir para o noroeste, o que sugere típica captura de águas do rio Tietê, fenômeno que motivou intensos debates entre grandes estudiosos (Ab' Saber, 1957); (Almeida, 1974); (Riccomini, 1989), entre outros, conforme demonstrado na Figura 8.

Imagem Landsat ETM+ de 2000
(Cotovelo do Rio Paraiba do Sul e a Represa da Ponte Nova - Rio Tietê)



O trecho mais acidentado do rio estende-se por cerca de 250 Km entre suas nascentes a 1800 m e Guararema a 572 m, com declividade média de 4,9 m/Km, a desenvolver-se totalmente sobre rochas granitos-gnássicas da Serra do Mar.

Do município de Guararema até o município de Cachoeira Paulista a 515 m do nível do mar, a declividade média é de 0,19m/Km, estendendo-se o curso por 300 Km, caracteriza-se por trecho menos acidentado e mais sinuoso do rio, com importantes recortes meândricos, que segundo (Saussen, 1988) quando a relação do percurso versus a distância percorrida atinge 2,5 indica que corpo d'água tipifica-se meandrante.

No trecho a partir do município de Jacareí, o rio abandona terrenos cristalinos e meandra em extensa planície sobre os sedimentos da Bacia de Taubaté, desenvolvendo depósitos de várzea que atingem larguras médias entre 2,5 a 4 Km. Em relação às precipitações na Bacia do Rio Paraíba do Sul, elas estão associadas ao clima da região predominantemente tropical, com temperaturas médias mensais mínimas de 16ºC (julho) e máximas de 23ºC (fevereiro); atingindo a precipitação média anual de 1200 mm.

Entretanto, para o curso principal do rio Paraíba do Sul, o regime fluvial deixou de sofrer as variações sazonais das precipitações. Portanto o clima tropical não tem interferência decisiva na vazão do rio durante o ano, devido à construção de barragens ao longo do seu curso a partir do fechamento das barragens de Santa Branca em 1959, Jaguari em 1969 e a

de Paraibuna em 1974, e Paraitinga em 1976, que tiveram como objetivo a regularização das vazões do rio. Essas obras imprimiram-lhe um regime quase contínuo de vazão durante o ano.

Eliminadas assim as grandes áreas de extravazão natural do rio no período das chuvas, quando os sedimentos carregados pelas águas nas cheias era depositado nas áreas adjacentes ao longo do leito principal do rio, deu-se a fertilização das regiões, tornando-as próprias para atividade agrícola, típica de cursos meândricos como o rio Paraíba.

A entrada em operação dos reservatórios proporcionou um duplo efeito: o de regularizar as vazões do rio e o de reter a montante das barragens, grande parte da carga dentrítica mais densa, que anteriormente era transportada como carga de fundo ao longo do canal fluvial.

Se, por um lado, a regularização da vazão do rio foi benéfica, o que minimizou o efeito das enchentes nas áreas de extravasão se garantiu volume de água suficiente ao longo do ano para a captação do abastecimento público, por outro lado, expôs as antigas áreas de várzeas, principalmente às das regiões meândricas do rio (Figura 9).

Figura 7 - Cavas de areia - Taubaté

Fonte: Acervo CBHPS - Autor: Margi Moss

(Saussen, 1988), correlacionou o aumento significativo da atividade mineradora de extração de areia em cava nesses locais, a partir da fase de enchimento e entrada em operação do sistema Paraitinga/Paraibuna no ano de 1977, tornando menos susceptível o transporte pela rolagem e a saltação da carga dentrítica de fundo de canal, de maior granulometria, por distâncias maiores, uma vez que os picos das grandes vazões sazonais foram rebaixados e, ao mesmo tempo, descompassados com os picos de verão das cabeceiras.

5.1.1. Geomorfologia

A área de estudo está integralmente inserida na porção oriental do Planalto Atlântico, província geomorfológica definida por (Almeida, 1974), e redefinida por (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981) e (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1982) e é constituída predominantemente por rochas cristalinas pré-cambrianas e cambro-ordovinianas, cobertas por bacias sedimentares.

Nesta, o vale do rio apresenta-se em uma longa depressão cuja origem está relacionada a movimentos tectonicamente depressivos, que sofreram processos de sedimentação dentrítico-lacustre em camadas dispostas horizontalmente (formação Taubaté e aluviões quaternários).

O Planalto Atlântico (Ross, Relevo Brasileiro: Planaltos, Planícies e Depressões, 1999), devido a sua estrutura heterogênea, que resultam em formas topográficas diversas está dividido em zonas geomorfológicas conhecidas como: Zona do Planalto da Bocaína, Zona do Planalto de Paraitinga, Zona da Serra da Mantiqueira, Zona do Planalto de Campos de Jordão, Zona do Médio Vale do Paraíba.

As zonas de interesse neste estudo, que influenciam diretamente na calha principal são:

Zona do planalto da Bocaina

Nesta área onde se situam os altos cursos dos rios Paraitinga e Paraibuna. Trata-se de uma pequena zona elevada até os 2000 m de altitude, constituída por várias unidades rochosas como migmatitos, granitos, granitóides e metassedimentos localizados, intensamente perturbados por falhas e fraturas, predominantemente orientadas para o NE, onde se encaixam as nascentes do rio Paraíba do Sul.

Zona do planalto do Paraitinga

A área que se desenvolve desde o Planalto da Bocaina até as proximidades da cidade de Guararema, com altitudes de até 1300m e, de modo geral, dispõe da mesma constituição lito-estrutural do Planalto da Bocaina. Esta região é naturalmente dissecada e dotada de acentuada orientação estrutural N/NE, que se caracteriza por uma vigorosa erosão diferencial, provocada pelos rios Paraibuna, Paraitinga e Paraíba do Sul.

Diferencia-se do Planalto da Bocaina em virtude da erosão remontante associada com estes rios e, possivelmente aos processos neotectônicos que contribuíram muito para a justaposição de blocos.

Esta zona é caracterizada pelo relevo de morrarias paralelas, com colinas em forma de meia laranja, tal relevo é conhecido como, “Mar de Morros”.

Zona do médio Vale do Paraíba

O Médio Vale do Paraíba constitui a zona geomorfológica mais importante no estudo, pois é nela que se encontra a maior densidade populacional de todo o Vale do Paraíba, portanto, que recebe todo o tipo de ações antrópicas que influenciam diretamente na qualidade da água do Rio Paraíba.

A região abrange as cidades mais importantes do Vale, como Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Guaratinguetá e Lorena; nela está compreendida o trecho a montante de Guararema anterior ao cotovelo do Rio Paraíba, e toda a área dos contrafortes das Serras da Mantiqueira e da Bocaina, o que propicia toda a drenagem para o rio.

No Médio Vale do Paraíba, discriminam-se ainda duas subzonas geomorfológicas que, segundo (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1982), são caracterizadas por relevo, gênese e estrutura geológica contrastantes: morros cristalinos e das colinas sedimentares.

> *"A subzona dos morros cristalinos, dispõe-se ao redor da bacia de Taubaté, emoldurando os relevos de colinas sedimentares"* (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981).

Por outro lado, desenvolve-se quase que totalmente sobre rochas granito-gnássicas e xistosas do protezóico superior, já as colinas sedimentares se desenvolvem sobre sedimentos terciários da bacia de Taubaté, contornando os depósitos da planície aluvial do Rio Paraíba do Sul.

Os morros cristalinos constituem relevos inferiores que transacionam, da Serra da Mantiqueira, a noroeste; dos degraus limítrofes do Planalto de Paraitinga a sudoeste; e do Planalto Paulistano, também a sudoeste (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1982). Da Serra da Mantiqueira em direção ao Vale do Paraíba, há uma diminuição da amplitude das elevações, com a ocorrência de domínios de morros com espigões mais isolados (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1990), onde o entalhe profundo das drenagens, de perfis abruptos, afeiçoaram relevos com contornos festonados.

Do Planalto de Paraitinga em direção ao Vale, a transição é caracterizada por relevo de mares e morros, sustentados por corpos granitóides, gnaissificados ou não. A transição entre o Planalto Paulistano, a sudoeste, e o Médio Vale do Paraíba, a noroeste, é basicamente realizada através de relevos de mares e morros, que marcam o degrau limítrofe, com cerca de duzentos metros entre a primeira e a segunda zona geomorfológica.

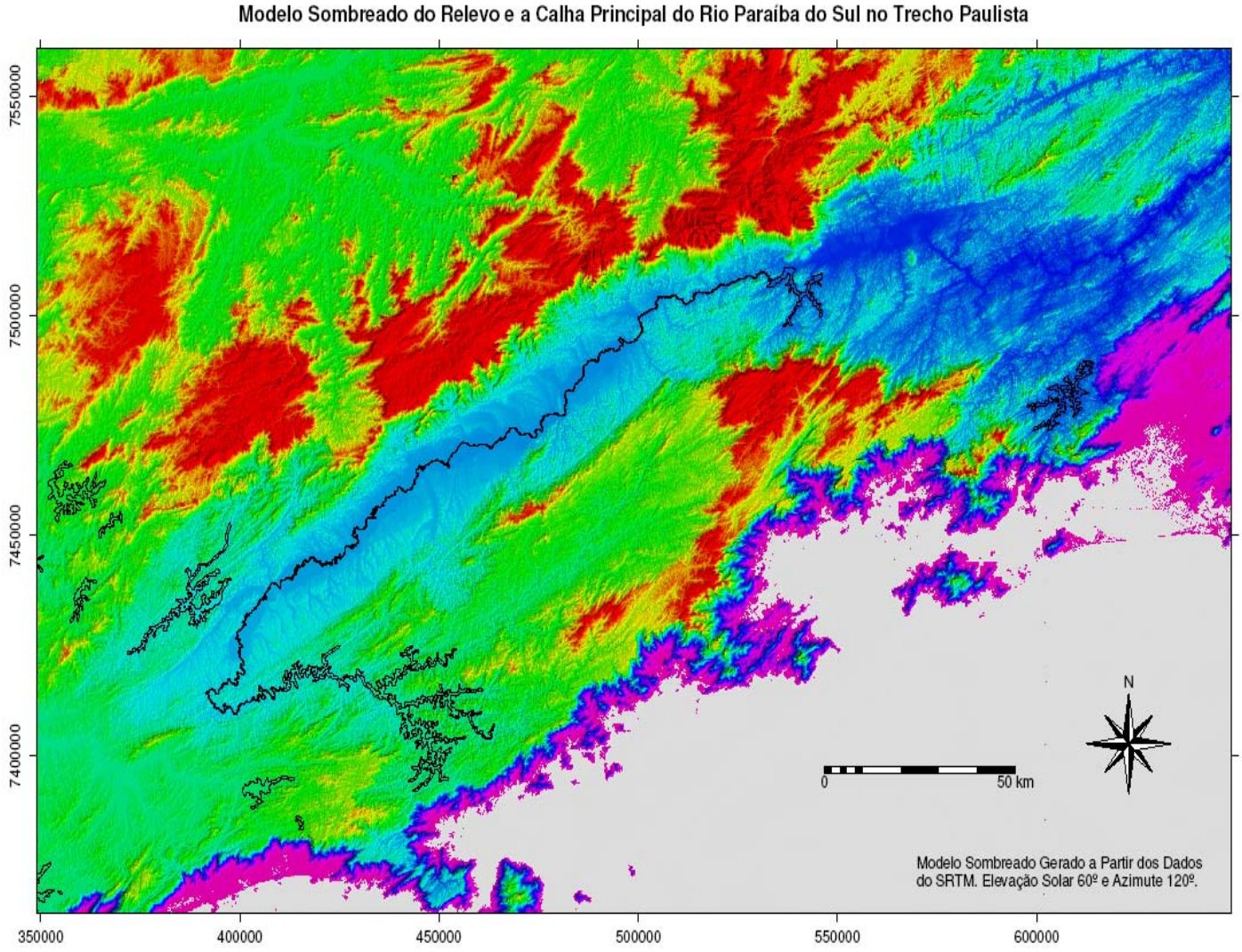
As colinas sedimentares sustentam-se sobre sedimentos terciários da Bacia de Taubaté, no interior da zona do Médio Vale do Paraíba.

Os sedimentos dessa bacia, elevados algumas dezenas de metros da calha do rio, constituem colinas achatadas ou baixo relevo tabular (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1982). Raramente elevam-se aos 100 m de altura da Bacia de Taubaté. Exibem níveis de terraceamento.

> *"(Ab' Saber & Bernardes 1958) distinguiram, na Bacia de Taubaté três regiões: uma definida pela porção compreendida entre a extremidade sudoeste da Bacia até Jacareí, com colinas mais elevadas e semelhantes às elevações do cristalino; outra, entre São José dos Campos e Pindamonhangaba, com colinas mais extensas e suaves desdobradas em dois níveis distintos e, finalmente, a região situada entre Pindamonhangaba e Cruzeiro com colinas tabulares bastantes suavizadas e de pequena amplitude topográfica"* (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981).

O Rio Paraíba do Sul vagueia quase que inteiramente sobre esses relevos, com planícies de inundação que variam entre 2,5 a 4 Km de largura, notando-se forte tendência de se acomodar na borda norte da bacia, o que compõe um sistema de relevo de planícies aluviais.

Nestas, encontram-se meandros abandonados e terraços modernos descontínuos, sustentados por cascalhos e areias, que se erguem de 3 a 8 metros da planície de inundação. Toda essa configuração é demonstrada pela imagem de satélite do relevo a seguir.


Modelo Sombreado do Relevo e a Calha Principal do Rio Paraíba do Sul no Trecho Paulista
7550000
7500000
7450000
7400000
350000
400000
450000
500000
550000
600000
N
0
50 km
Modelo Sombreado Gerado a Partir dos Dados
do SRTM. Elevação Solar 60º e Azimute 120º.

5.1.2. Clima

Por causa da configuração geomorfológica do Vale do Paraíba, isolado por duas grandes formações de serras, a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, aliada ainda à influência da proximidade do litoral, esta área possui características climáticas especiais.

Conforme (Conti, 1973), na área de Vale do Paraíba, inserida no Planalto Atlântico Norte, o clima é regido pelas massas de ar tropical e polar e no sub-grupo do clima tropical úmido das costas orientais e sub-tropicais, dominados largamente pela massa de ar tropical.

O regime de ventos do Vale mostra uma predominância de calmarias e, secundariamente, de ventos NE. Eventualmente registram-se ventos de SE ou SW; ocasionalmente, verificam-se quedas dos totais pluviométricos, diminuição dos dias de chuvas e abaixamento da temperatura, com raras formações de geadas.

Ainda em (Conti, 1973), ressaltam-se as características da dinâmica climática regional:

- A posição da região como limite zonal entre dois grandes domínios climáticos: o controlado por massas equatoriais e outro por massas polares, em sistemas alternados, o que apresenta a grande participação

da atividade frontal na gênese regional.

- As barreiras representadas pelo relevo acidentado do Alto Vale e ainda pela Serra da Mantiqueira, além de atenuarem o avanço das correntes perturbadoras, submetem a faixa deprimida do Médio Vale a uma condição de abrigo, favorecendo as elevadas frequências de calmarias, o que poderá ocasionar sérios problemas na dispersão de poluentes atmosféricos.

A faixa que corresponde ao fundo do Vale apresenta menor umidade e temperaturas mais elevadas entre as Serra do Mar e a Mantiqueira. Nela os valores pluviométricos anuais chegam até 3.000 mm nas serras e decrescem em direção ao vale para 1.000 e 1.400 mm.

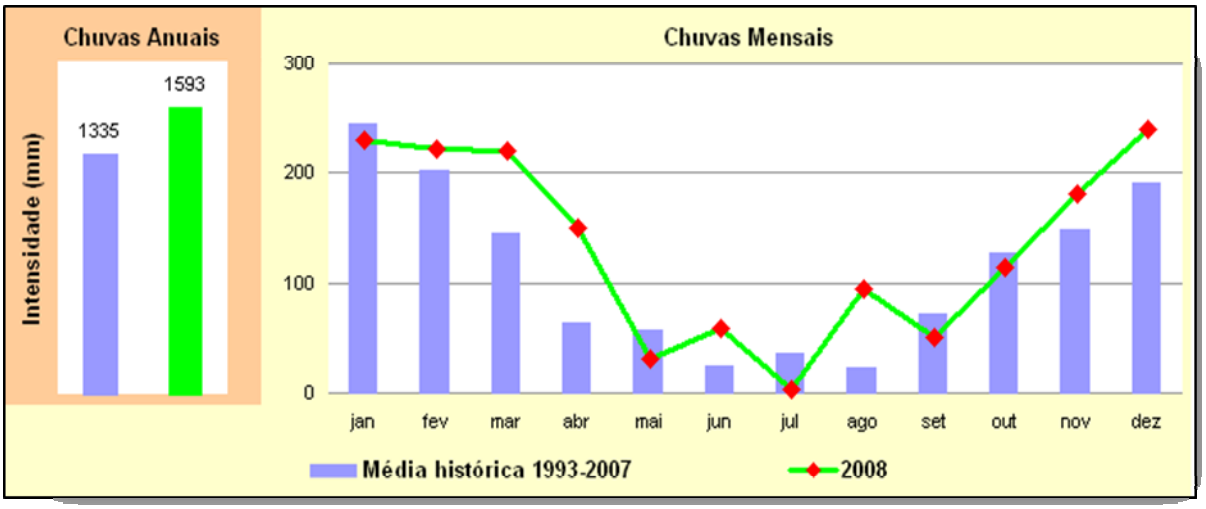
Chega-se, em certos trechos a índices inferiores a 1.100 mm, pois quando a massa atlântica entra no vale ela já aliviou boa parte de sua umidade através da precipitação na subida da Serra do Mar pelo lado litorâneo. Como as temperaturas são mais elevadas no Vale, e decrescem no sentido das cotas mais altas, também a evaporação se comporta da mesma forma e as acompanha no mesmo sentido.

Assim, os balanços hídricos anuais estudados para a região podem apresentar pequenos déficits de umidade nos meses de inverno, quando as precipitações são geralmente menores que a evaporação. Para as regiões semi-montanhosas e montanhosas há um excedente hídrico, sem déficit no inverno ou durante o ano, conforme o Gráfico 3 de precipitações.

O clima reinante na área é tropical sub-quente úmido com três meses secos, possui pelo menos um mês com temperaturas médias inferior a 18ºC, sendo junho e julho o período mais frio. Na região da Serra da Mantiqueira, no Alto Planalto, que corresponde a uma pequena faixa do território paulista (Campos de Jordão), destaca-se por um clima muito salubre em comparação com as outras regiões do vale.

Cabe salientar que toda a rede hidrográfica da bacia do rio Paraíba do Sul está sob influência das chuvas de verão, sendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais chuvosos.

Gráfico 3 – Precipitações



Fonte: Laboratório de hidrologia – CETESB (2008)

5.1.3. Vegetação

A vegetação natural remanescente cobre em média 21% da bacia

hidrográfica do rio Paraíba do Sul, mas se encontra totalmente fragmentada, somente nas unidades de conservação, as florestas ainda guardam as características originais da região, conforme o (SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2007).

Vegetação ciliar

Ao longo da planície de inundação do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, encontram-se pequenas manchas de vegetação remanescente, a maioria de vegetação secundária. A antiga mata galeria ou ciliar, que se formou ao longo do rio, é constituída por árvores de pequeno porte, arbustos e vegetação típica de terrenos alagadiços, uma vez que a cobertura original foi retirada.

Existem ainda remanescentes da mata original sobre diques marginais e estão localizados entre os municípios de São José dos Campos e Taubaté e entre Aparecida e Guaratinguetá, e uma grande parte ocupada por áreas destinadas a reflorestamento com o plantio de eucaliptos e pinus, localizadas entre os municípios de Pindamonhangaba e Roseira e também próximo a Tremembé.

Vegetação na Serra da Mantiqueira

Na vertente da Serra da Mantiqueira pode-se encontrar em cotas elevadas, a partir de 1.300 m de altitude, onde o relevo é mais acidentado, o que dificulta a ação antrópica, bem como a condensação da umidade. Em

algumas áreas remanescentes da Floresta Perenifólia Higrófila, seus elementos constituintes mais altos podem alcançar de 25 a 30 m de altura e a luz incipiente consegue penetrar, o que possibilita a existência de extratos inferiores caracterizados, principalmente por arbóreo e outro arbustivo (SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2007).

Ocorrem ainda alguns campos de altitude em áreas situadas acima dos 1.500 metros de altitude, que são constituídas de um extrato herbáceo bem desenvolvido, junto com arbustos que apresentam, em sua maioria, folhas pequenas, apesar da altitude e também grande quantidade de liquens. Nas altitudes acima de 1.500 metros encontram-se pequenas manchas de floresta sub-caducifólia, cuja origem parece estar ligada as oscilações climáticas que ocorreram no passado da região quando a floresta Meridional do Brasil avançava e se retraía conforme as variações do clima que predominava em um determinado período. Nesta área, observam-se forte presença de araucárias (Figura 11), típicas de clima frio.

Na Serra da Quebra-Cangalha a vegetação original foi praticamente toda retirada pela ação antrópica. Seus morros hoje exibem basicamente pastagens e são frequentemente submetidas a queimadas. Somente em áreas protegidas como os parques e reservas pode-se encontrar vegetação original significativa desta região.

Figura 8 – Serra da Mantiqueira com detalhes de desmatamento e preservação do entorno da queda d'água

Fonte: Acervo do banco de imagens CEEIVAP (2006)

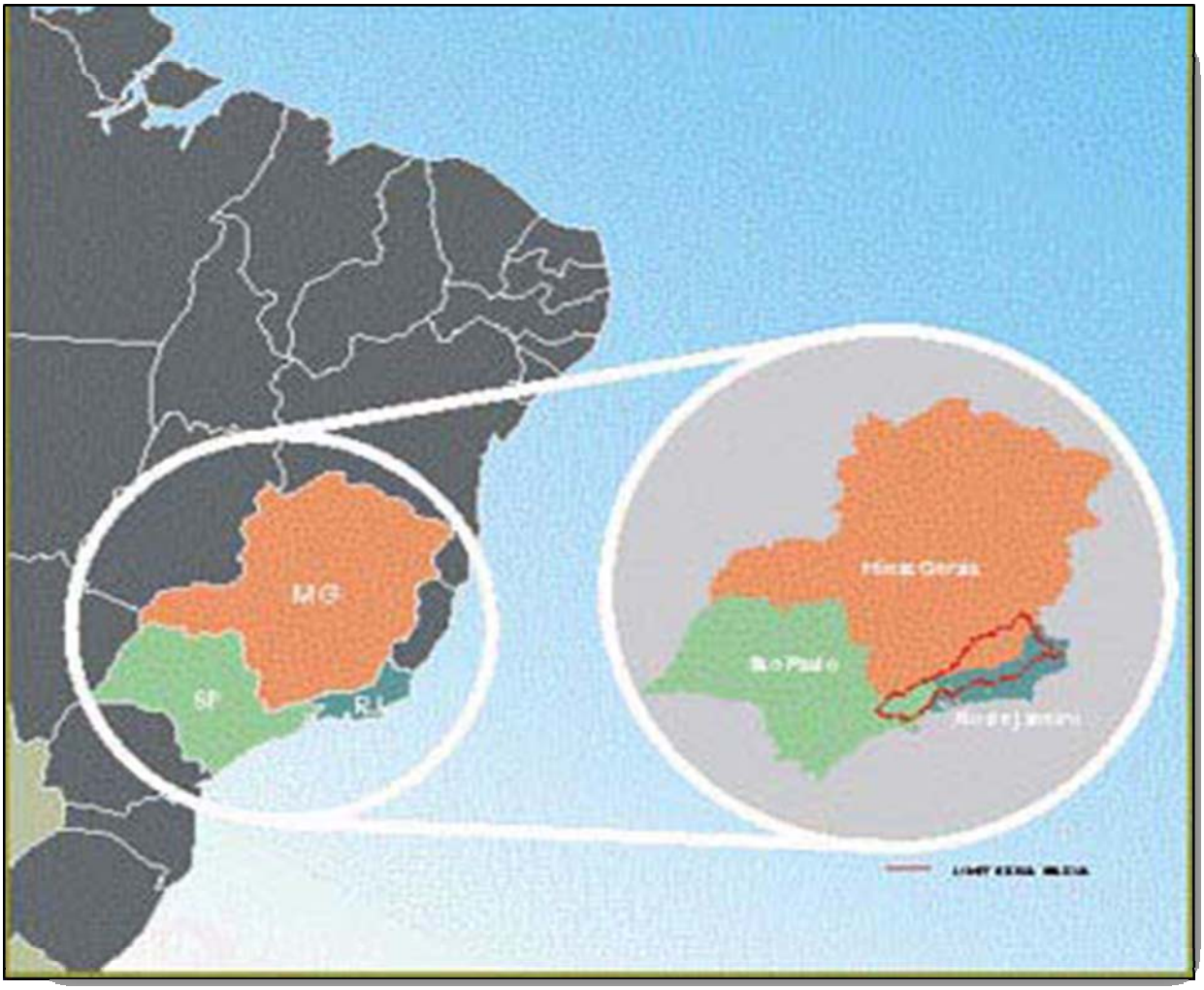
5.4. Aspectos sócio-ambientais

Esta área (Figura 12), já foi objeto de muitos estudos e sem dúvida é uma das maiores regiões de crescimento econômico da América Latina e com um parque industrial bastante diversificado dos mais modernos do mundo. A Tabela 3 resume tais características da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, daí entender-se a grande variedade de problemas ambientais.

Entre eles, destacam-se a poluição do solo, e ar, e principalmente das águas, por atividade antrópica. Isto revela que os vários estudos no sentido de planejar territorialmente o desenvolvimento desta região não estão

logrando neutralizar totalmente os problemas ambientais, tanto para os de saúde pública, provenientes do adensamento populacional (Tabela 4) quanto a que a região experimenta e que poderá a vir a ter no futuro próximo. Atualmente, na parte paulista habitam 1.908.336 pessoas, segundo (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004).

Figura 9 - Localização da bacia do rio Paraíba do Sul



Fonte: CEEIVAP, 2001

Tabela 3 - Características gerais da bacia do rio Paraíba no trecho Paulista

<table>
<tr><td>Municípios (34)</td><td colspan="3">Aparecida; Arapeí; Areias; Bananal; Caçapava; Cachoeira Paulista; Canas; Cruzeiro; Cunha; Guararema; Guaratinguetá; Igaratá; Jacareí; Jambeiro; Lagoinha; Lavrinhas; Lorena; Monteiro Lobato; Natividade da Serra; Paraibuna; Pindamonhangaba; Piquete; Potim; Queluz; Redenção da Serra; Roseira; Santa Branca; Santa Isabel; São José do Barreiro; São José dos Campos; São Luís do Paraitinga; Silveiras; Taubaté; Tremembé.</td></tr>
<tr><td>População
(estimativa IBGE 2008)</td><td colspan="3">1.972.745 habitantes</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Disponibilidade Hídrica
(PERH 2004-2007)</td><td>Área de drenagem (km²)</td><td>Vazão média (m³/s)</td><td>Vazão mínima (m³/s)</td></tr>
<tr><td>14.444</td><td>216</td><td>72</td></tr>
<tr><td>Principais rios e reservatórios</td><td colspan="3">Rios Paraibuna e Paraitinga, formadores do Paraíba do Sul e os rios Parateí, Jaguari e Una. Reservatórios de Paraibuna, Paraitinga, Santa Branca e Jaguari.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Usos da água
(PERH 2004-2007)</td><td>Categoria de uso</td><td colspan="2">Demanda (m^3/s)</td></tr>
<tr><td>Urbano</td><td colspan="2">5,39</td></tr>
<tr><td>Industrial</td><td colspan="2">8,72</td></tr>
<tr><td>Irrigação</td><td colspan="2">5,52</td></tr>
<tr><td>Total</td><td colspan="2">19,63</td></tr>
<tr><td>Principais atividades econômicas</td><td colspan="3">Inserida no principal eixo econômico do país, destaca-se pela diversidade de seu parque industrial, sobressaindo-se a indústria aeronáutica, automobilística, papel e celulose, química, mecânica, eletroeletrônica e extrativista, além de centros de pesquisa tecnológica com mão-de-obra especializada. Em relação às atividades não industriais, observa-se a existência crescente de loteamentos.
Na agricultura predominam as culturas destinadas à pecuária. Verifica-se, também, extensas áreas com o cultivo de eucalipto, além da presença de culturas de arroz, feijão e milho.</td></tr>
<tr><td>Vegetação remanescente, Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável</td><td colspan="3">A vegetação natural remanescente cobre 20,6 % do total da UGRHI e encontra-se bastante fragmentada, com predominância de remanescentes da Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, além da Floresta Estacional Semidecídua e Campos de Altitude. O território dessa UGRHI engloba três Unidades de Conservação de Proteção Integral e onze de Uso Sustentável. Somam-se a estes dois grupos, quatro áreas especialmente protegidas. Seis municípios recebem compensação financeira (ICMS Ecológico).</td></tr>
<tr><td>Principais rodovias</td><td colspan="3">Rodovia Ayrton Senna da Silva (SP-070)
Rodovia Carvalho Pinto (SP-070)
Rodovia Dom Pedro I (SP-065)
Rodovia dos Tamoios (SP-099)
Rodovia Oswaldo Cruz -Taubaté-Ubatuba (SP-125)
Rodovia Presidente Dutra (BR-116)</td></tr>
</table>

Fonte: Relatório de qualidade das águas interiores da CETESB - 2007

5.4.1. População da bacia e a carga orgânica de origem doméstica

Tabela 4 - Área e população da bacia do Paraíba do Sul (por Estado)

Estado	**Municípios**	**Área**	%	**População em 2000**	**%**
São Paulo	39	13.900	25	1.843.353	33
Rio de Janeiro	53	20.900	38	2.405.873	43
Minas Gerais	88	20.700	37	1.339.011	24
Total	**180**	**55.500**	**100**	**5.588.237**	**199**

Fonte: Laboratório de hidrologia e estudos do meio-ambiente/COPPETEC/UFRJ - 2006

Considerando os dados constantes da Tabela 4 acima, pode-se estimar a carga bruta orgânica de origem doméstica a que o rio Paraíba do Sul está exposto sem considerar os sistemas de tratamento de esgoto existentes no trecho paulista. Por isto, adotar-se-á o valor de 0,054 Kg de DBO por dia para cada individuo.

A população neste trecho da bacia hidrográfica é de aproximadamente de 1.800.000 habitantes, temos, portanto, um potencial de lançamentos de esgotos no rio Paraíba do Sul de 97.200 Kg/DBO/dia.

Essa carga está associada a uma vazão de 150 litros de água gastos por habitante e produz um total de 27.000 m³ por dia de esgotos. Essa é a carga a que as estações de tratamento de esgotos devem estar preparadas para tratar. A Tabela 5 mostra os dados de carga potencial da bacia.

Tabela 5 - Carga orgânica bruta de origem doméstica da bacia do Rio Paraíba do Sul – Trecho Paulista

População (2007)	**Carga por habitante = 0,054 Kg/DBO/dia**	**Demanda de água por habitante por dia 150 L**
1.800.000	97.200 Kg/DBO/dia	27.000 m^3/dia

Fonte: (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1992)

Sabe-se ainda que dos municípios que compõem a bacia hidrográfica, nem todos estão equipados com sistemas de tratamento de esgoto de origem doméstica. Dos que possuem estes sistemas conforme demonstrado na tabela 01 apenas 28% da carga total da bacia é tratado (Tabela 6).

Tabela 6 - Carga de esgoto doméstico remanescente da bacia do rio Paraíba do Sul no trecho Paulista

MUNICÍPIO	ANO 2007 POPULAÇÃO NÃO ATENDIDA POR TRATAMENTO DE ESGOTO	ANO 2007 CARGA REMANESCENTE DE ESGOTO Kg/DBO/dia
CUNHA	9726	525,2
LAGOINHA	0	0
SÃO LUÍS DO PARAITINGA	0	0
REDENÇÃO DA SERRA	0	0
NATIVIDADE DA SERRA	130	7,02
PARAIBUNA	4798	259,09
JAMBEIRO	0	0
SANTA BRANCA	11752	634,61
GUARAREMA	20271	1094,63
JACAREÍ	160461	8664,89
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	321858	17380,33
SANTA ISABEL	36318	1961,17
IGARATÁ	0	0
MONTEIRO LOBATO	205	11,07
CAÇAPAVA	9501	513,05
TREMEMBÉ	35727	1929,25
TAUBATÉ	253960	12741,84
PINDAMONHANGABA	6775	365,85
ROSEIRA	0	0
POTIM	15529	838,56
APARECIDA	35800	1933,2
GUARATINGUETÁ	86977	4696,75
LORENA	0	0
CANAS	0	0
PIQUETE	14431	779,27
CACHOEIRA PAULISTA	22698	1225,69
CRUZEIRO	73936	3992,54
LAVRINHAS	6209	335,28
SILVEIRAS	0	0
AREIAS	2682	144,82
SÃO JOSÉ DO BARREIRO	0	0
ARAPEÍ	1953	105,46
BANANAL	0	0
QUELUZ	8702	469,91

Fonte: SEADE (2007)

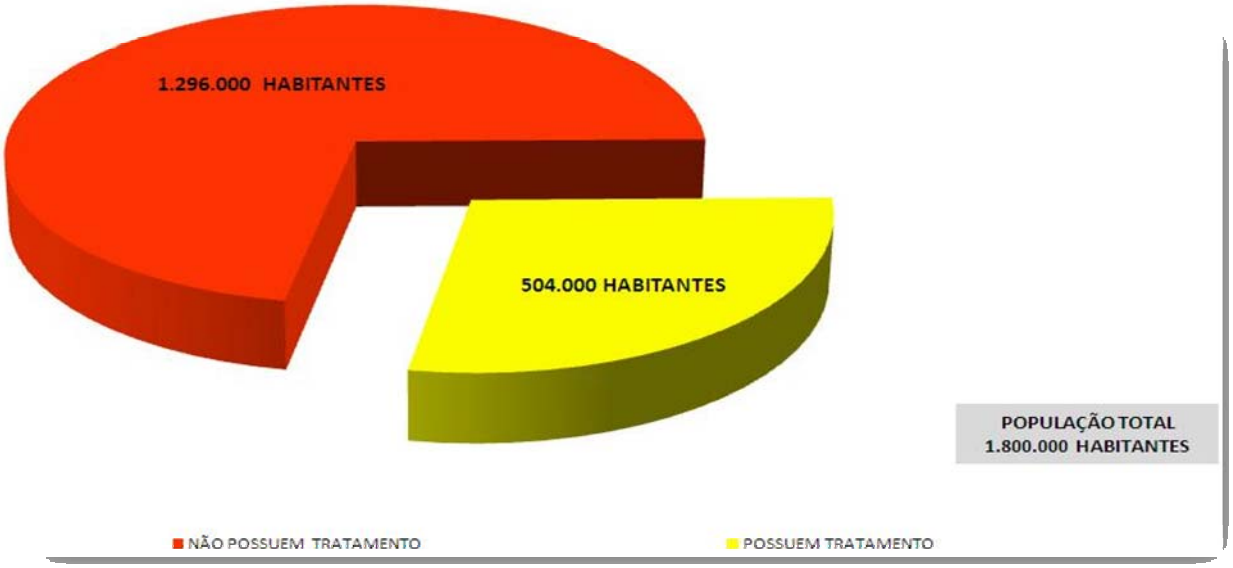
A CETESB adota, em relação à eficiência de tratamento, independente do tipo instalado, 80% de remoção de carga orgânica. Logo, para calcular a carga remanescente deve-se levar em conta que os sistemas ainda lançam 20% da carga bruta que entra nas estações, pois temos na Tabela 7, o cálculo para toda a bacia hidrográfica, a real carga de DBO a que o rio Paraíba está exposto.

Tabela 7 - Carga Bruta Remanescente na Bacia

97.200	**x**	**28%**	**=**	**27.216**	**Kg/DBO/dia**
27.216	x	80%	=	21.773	Kg/DBO/dia
Sobram ainda a ser tratado:					
97.200	-	27.216	=	69.984	
27.216	-	21.773	=	5.443	
Total remanescente de			**=**	**75.427**	**Kg/DBO/dia**

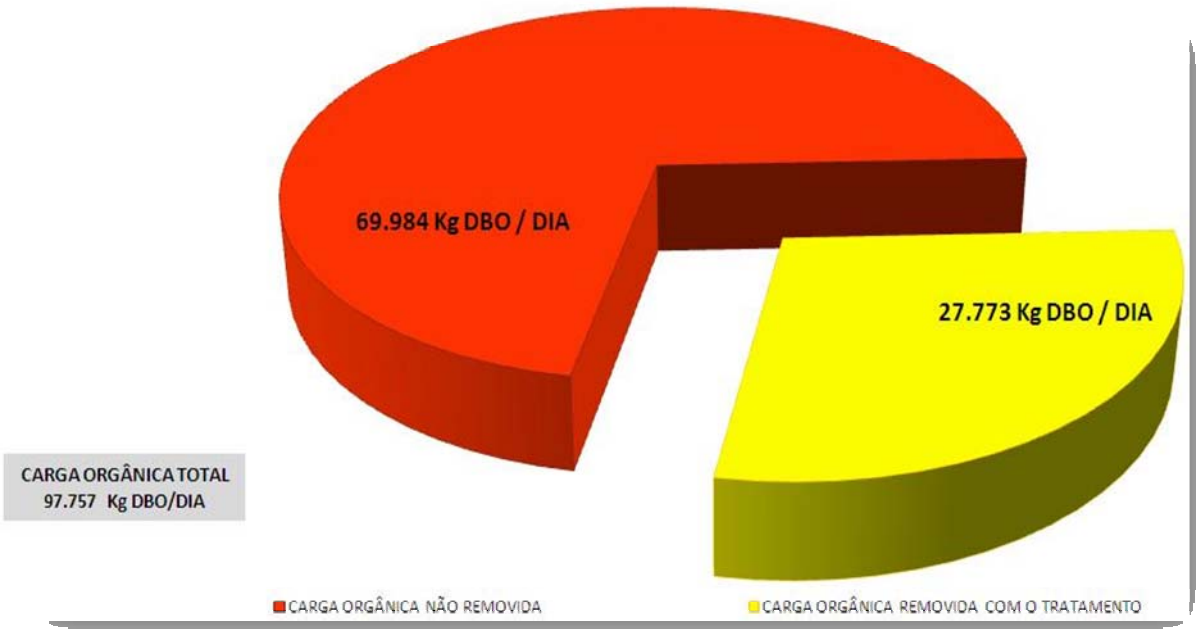
Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

Gráfico 4 – População efetivamente atendida por tratamento de esgotos - 2007



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2008)

Gráfico 5 – Carga orgânica remanescente na bacia do rio Paraíba do Sul – trecho Paulista - 2007



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2008)

Considerando os Gráficos 4 e 5, constata-se que a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, ainda recebe uma elevada carga

orgânica de origem doméstica. A Tabela 8 demonstra que a capacidade instalada de tratamento de esgoto doméstico praticamente não se alterou no período de análise. Tal fato sugere que o planejamento para a redução da carga orgânica na bacia está, ainda, muito longe de atingir o seu objetivo.

Tabela 8 - Comparação das porcentagens de tratamento entre os anos de 2000 e 2007

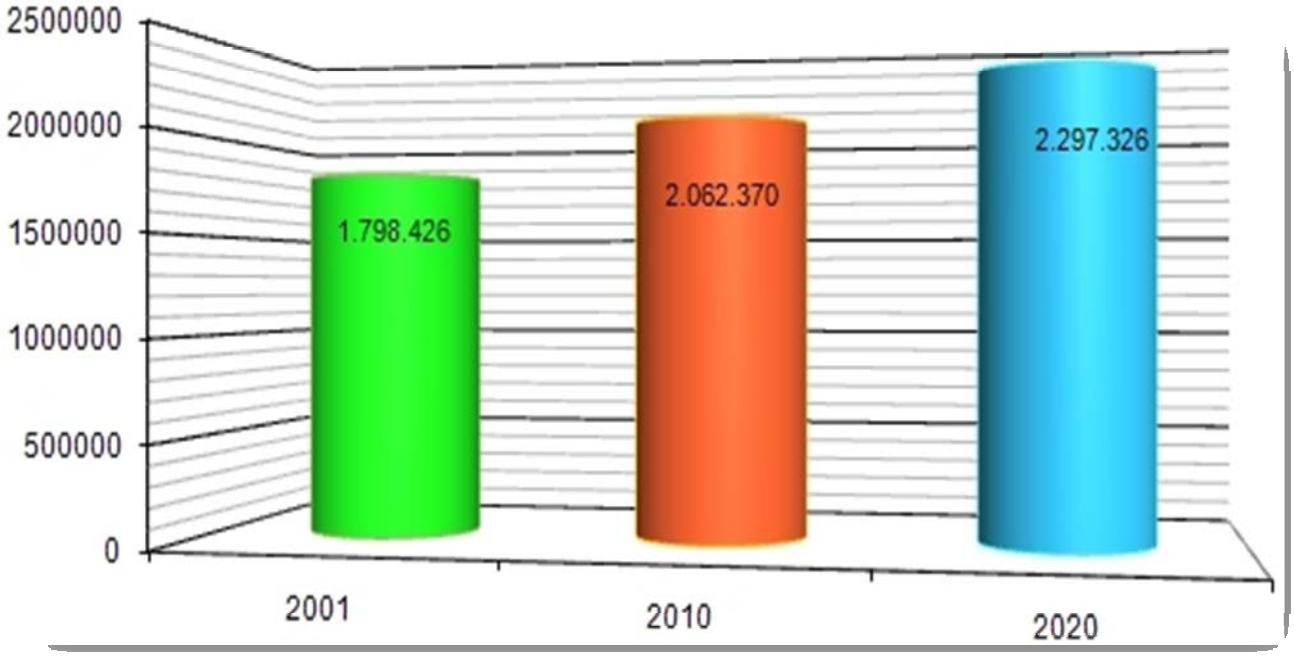
Município	População Urbana		Coleta (%)		Tratamento (%)	
	2000	2007	2000	2007	2000	2007
Aparecida	34.312	35.800	79	79	00	00
Arapeí	1.896	2.100	60	62	00	07
Areias	2.452	2.682	90	90	00	00
Bananal	7.184	7.703	59	100	60	100
Caçapava	66.418	73.082	89	87	100	87
Cachoeira Paulista	21.671	24.406	88	97	00	07
Canas	3.032	3.598	37	69	00	100
Cruzeiro	71.161	73.936	96	98	00	00
Cunha	11.110	11.578	100	90	00	16
Guararema	17.691	20.271	43	41	00	00
Guaratinguetá	98.964	106.070	75	90	00	18
Igaratá	5.875	7.376	24	28	100	100
Jacareí	191.358	200.951	81	96	00	20
Jambeiro	1.934	2.475	100	95	100	100
Lagoinha	2.877	3.017	86	100	60	100
Lavrinhas	5.309	6.209	47	50	00	00
Lorena	74.948	79.708	88	95	100	100
Monteiro Lobato	1.495	1.716	83	84	100	88
Natividade da Serra	2.851	3.270	90	90	96	96
Paraibuna	5.298	5.273	50	85	00	09
Pindamonhangaba	118.793	135.498	96	91	100	95
Piquete	14.187	14.431	76	76	00	00
Potim	12.955	15.529	52	100	00	01
Queluz	7.846	8.702	67	66	00	00
Redenção da Serra	1.626	1.710	61	59	100	100
Roseira	7.972	9.732	100	84	100	100
Santa Branca	11.815	13.508	60	80	13	13
Santa Isabel	32.767	36.318	78	78	00	00
São Jose do Barreiro	2.468	2.534	50	50	80	100
São Jose dos Campos	532.403	596.033	98	88	50	46
S. Luis do Paraitinga	6.143	6.563	72	84	08	100
Silveiras	2.448	2.602	95	91	100	100
Taubaté	229.810	253.960	96	92	05	00
Tremembé	34.807	35.727	90	75	00	00

Municípios até 20.000 habitantes
Municípios até 50.000 habitantes
Municípios acima de 50.000 habitantes

Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2008)

A Figura 13 representa a tendência de conurbação das principais cidades localizadas às margens do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista. A projeção do crescimento populacional do Vale do Paraíba (Gráfico 6), indica um crescimento na região em torno de 150.000 habitantes até o ano de 2020. Isto acrescentaria a carga orgânica de origem doméstica em 8.100 Kg/DBO/dia aos já existentes 97.200, um aumento de quase 9% da carga gerada na bacia hidrográfica. Segundo (Ross, Geomorfologia - Ambiente e Planejamento, 2005), tal aumento poderá impactar consideravelmente a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul, uma vez que até o ano de 2007 as estações de tratamento de esgoto existentes eram capazes de tratar, como já visto, 28% do volume total de esgotos.

Gráfico 6 – Tendência do crescimento populacional do Vale do Paraíba – trecho paulista



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2008)

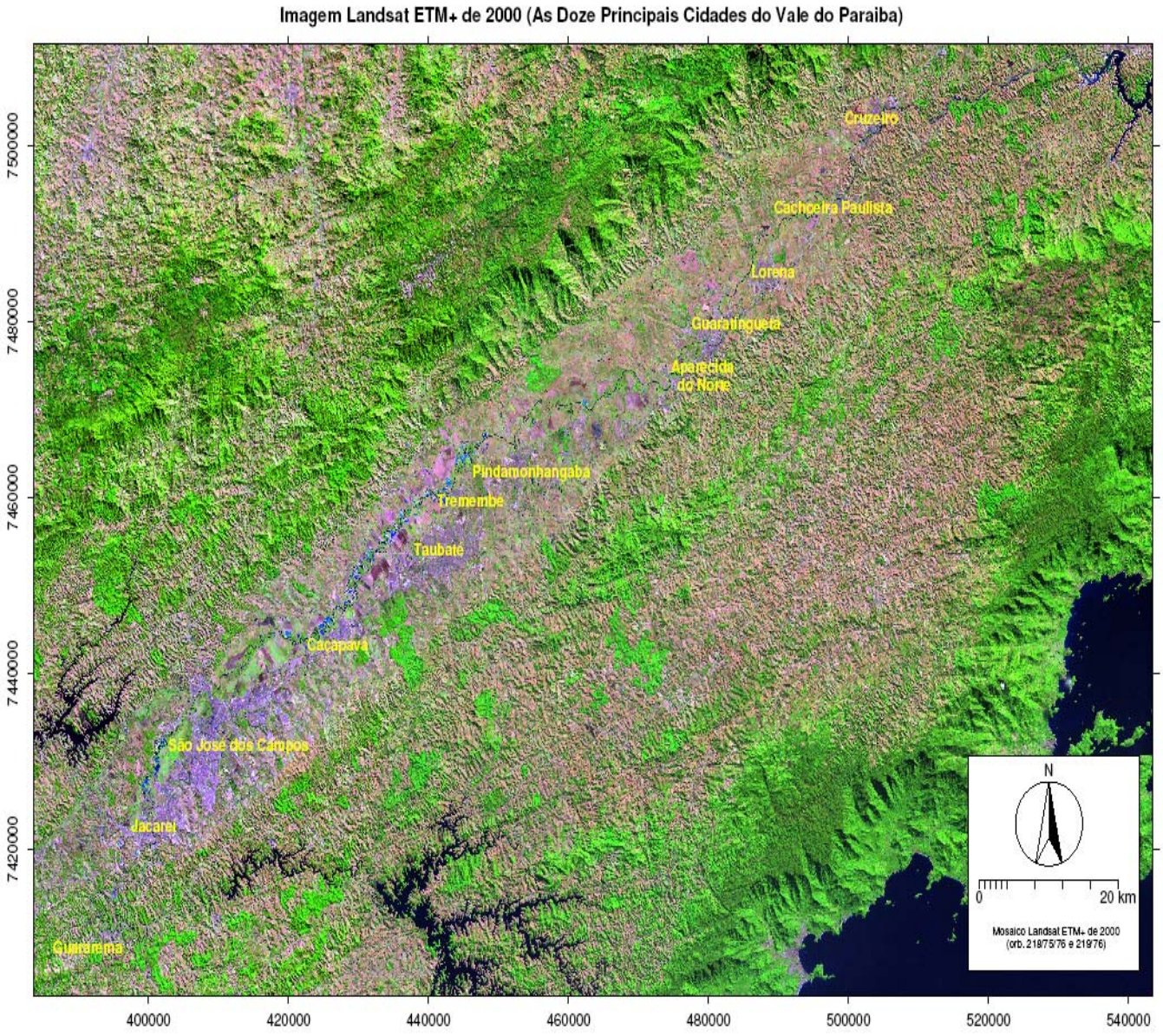


Imagem Landsat ETM+ de 2000 (As Doze Principais Cidades do Vale do Paraiba)
Cruzeiro
Cachoeira Paulista
Lorena
Guaratinguetá
Aparecida do Norte
Pindamonhangaba
Tremembé
Taubaté
Caçapava
São José dos Campos
Jacareí
Guaratinguetá
N
0
20 km
Mosaico Landsat ETM+ de 2000 (orb. 218/75/76 e 219/76)
7500000
7480000
7460000
7440000
7420000
400000
420000
440000
460000
480000
500000
520000
540000

6. Aspectos da Hidrografia da Bacia do Rio Paraíba do Sul

6.1. Posição da bacia do rio Paraíba do Sul

A bacia do rio Paraíba do Sul possui área de drenagem com cerca de 57.000 Km², compreendida entre os paralelos -20º26' e -23º00' e os meridianos -41º00' e -46º30', oeste de Greenwhich. A bacia compreende a área dos Estados de São Paulo (13.900 Km^2), do Rio de Janeiro (20.900 Km^2) e Minas Gerais (20.700 Km^2). É limitada ao Norte pelas bacias dos rios Grande, Doce e pelas serras da Mantiqueira, Carapó e Santo Eduardo.

À Nordeste, a bacia do rio Itapoana estabelece o limite da bacia. Ao Sul, os limites são formados pela a Serra dos Órgãos e pelos trechos paulista e fluminense da Serra do Mar.

À Oeste, a bacia do rio Tietê faz o limite, da qual é separada por ramificações dos maciços das serras do Mar e Mantiqueira (Figura 14).

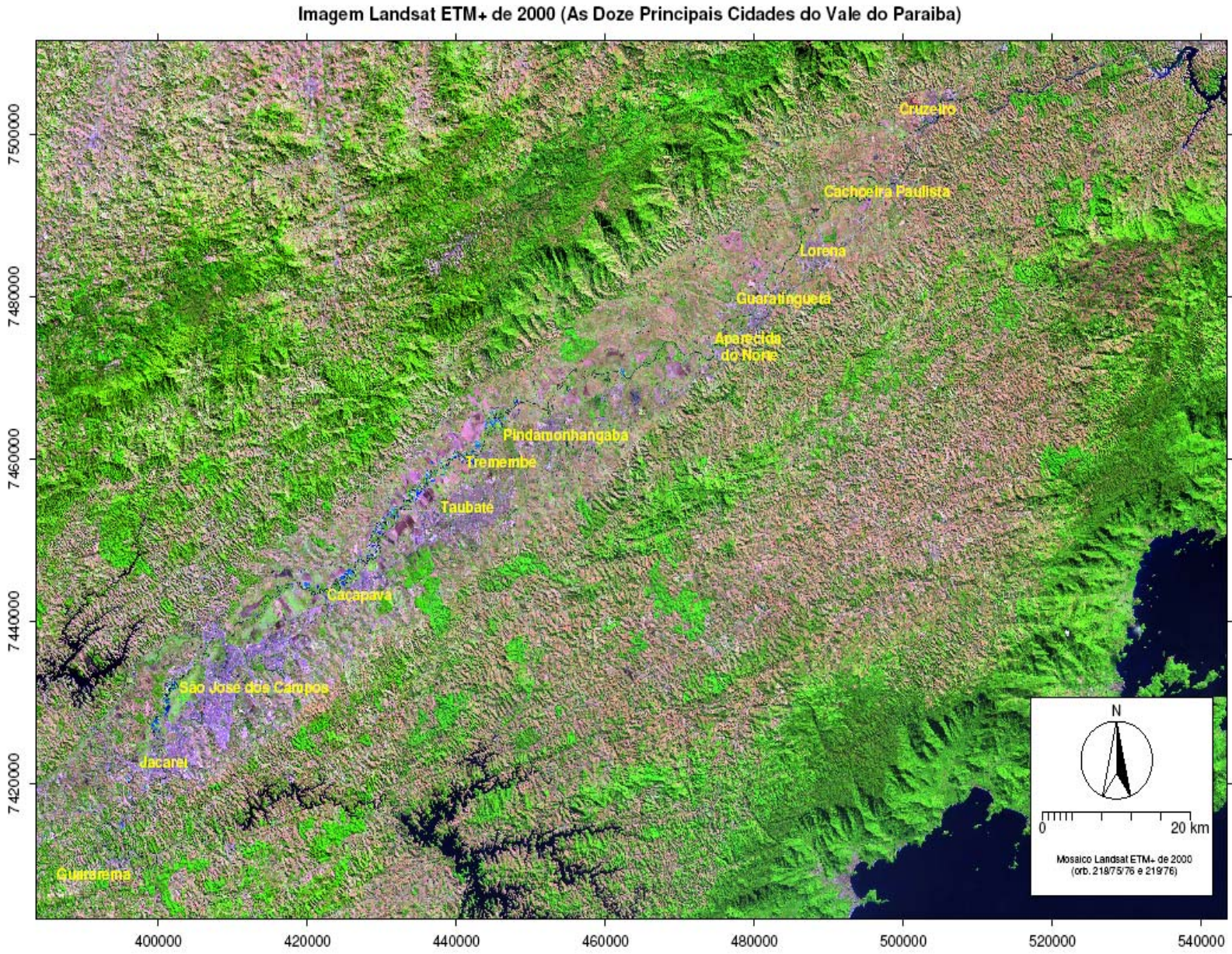
O Rio Paraíba do Sul é formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga, e seu comprimento é calculado a partir da nascente do rio Paraitinga percorrendo em torno de 1.100 Km até a sua foz no Rio de Janeiro. Seu percurso coloca-se pelo fundo de uma depressão tectônica situada ao longo da Serra da Mantiqueira com o qual está geomorfologicamente relacionado,

onde a origem do vale prende-se aos episódios tectônicos de soerguimento formando as serras do Mar e Mantiqueira, entre as quais o rio formou seu curso.

O médio vale superior, entre os municípios de Guararema e Cachoeira Paulista, atravessa terrenos sedimentares de origem terciária, a bacia de Taubaté.

O estreitamento do corredor do vale do Paraíba dá-lhe a característica de um rio que percorre um longo caminho apesar de seus quase insignificantes afluentes no trecho paulista, a montante mesmo contando com a baixa vazão hídrica de seus tributários, o rio Paraíba já é bastante caudal, graças aos seus formadores que provêm de uma região com grandes cargas pluviais anuais do país.

Figura 10 - Vale do Paraíba e Serras da Mantiqueira e a do Mar



6.2. Drenagem e pluviometria

Merece referência a capacidade de estocagem hídrica dos depósitos da bacia sedimentar de Taubaté que contém grande quantidade de cascalhos, de seixos intercalados em leitos de argilas, e areias em disposição entrecruzadas. Essas e outras características permitem a retenção e liberação da água de infiltração, o que torna o rio perene durante todo o ano.

A rede hidrográfica da bacia depende da influência das precipitações de verão que apresenta seu pico nos meses de dezembro e janeiro, conforme gráfico das médias anuais de precipitações abaixo. A maior parte da região, o clima pode ser considerado subtropical, com verões chuvosos e invernos secos, com temperatura média anual de 21ºC e média anual da umidade relativa do ar em torno de 70%.

A configuração das isoietas médias anuais no trecho paulista da bacia, indica que as precipitações mais elevadas, estão associadas às serras da Mantiqueira (1.300 a 2.000 mm) e a do Mar (1.300 a 2.800 mm).

A distribuição espacial das isoietas reflete o relevo da região, indicando que o efeito orográfico é determinante para a gênese das chuvas no trecho paulista, além da penetração de correntes de ar úmido provenientes do oceano, portanto a região plana situada entre as duas serras conhecida como Vale do Paraíba possui baixos índices de precipitação e com uma distribuição bastante uniforme das chuvas.

Por causa de sua estratégica localização geográfica e à importância sócio–econômica da região, a bacia do Paraíba do Sul tem sido palco para implantação de uma série de projetos com a finalidade de aproveitamento e usos múltiplos dos recursos hídricos, visando à regularização de vazões, controle de cheias e a geração de energia, descaracterizando as vazões naturais do rio Paraíba.

6.3. Influência da morfologia fluvial na qualidade das águas

O Rio Paraíba possui um padrão de drenagem diverso na maior parte da sua bacia. A dinâmica fluvial do Paraíba pode ser dividida, basicamente, em três partes. Da nascente até a divisa entre os municípios de Guararema e Jacareí (trecho 1), a morfologia fluvial favorece um ambiente lótico para as águas e, consequentemente, contribui para que as boas condições da água se mantenham até o final do trecho.

O outro que se inicia em Jacareí e termina em Lorena (trecho 2), possui características bem distintas em relação ao primeiro. Logo após Guararema, a forma do rio passa a ser meandrada, com sinuosidade bastante acentuada. Tal característica provoca a diminuição considerável do gradiente de velocidade das águas do rio Paraíba do Sul, uma vez que este tipo de morfologia fluvial confere um ambiente lêntico, desfavorável a dispersão e depuração de poluentes (Leopold, Wolman, & Miller, 1964).

É justamente neste trecho que a densidade demográfica do Vale do Paraíba, na sua porção paulista, tem a maior expressão. Cabe salientar a propósito, que nesta região está instalada a maior parte das indústrias do Vale do Paraíba no trecho paulista.

Este conjunto de fatores provoca impactos ambientais de grande complexidade, pois os lançamentos de esgotos domésticos e industriais, a supressão das matas ciliares, a exploração mineraria de areia, a atividade agrícola em suas várzeas (cultivo de arroz principalmente) e o uso e ocupação do solo sem qualquer planejamento, intensificam o assoreamento da calha do rio, o que se reflete diretamente na sua vazão e qualidade.

A baixa velocidade o rio não é suficiente para depurar os poluentes lançados no trecho, o que provoca a piora da qualidade das águas principalmente no município de Caçapava.

O terceiro trecho se inicia em Lorena e vai até o município de Queluz, na divisa com o Estado do Rio de Janeiro, na entrada da represa do Funil. A partir de Lorena, o Rio Paraíba do Sul perde grande parte de sua sinuosidade; ele deixa de ser meandrado.

A calha do rio torna-se, assim, mais larga e em certos pontos apresenta pequenos saltos e corredeiras. Tal tipo de morfologia fluvial proporciona maior aeração do corpo d'água, o que resulta numa maior eficiência em sua auto-depuração. Neste trecho, portanto, o rio passa de um ambiente lêntico para lótico.

Esse processo ajuda a degradar, principalmente, a matéria orgânica de origem doméstica, como é demonstrado nos resultados apresentados neste trabalho. Já os poluentes de origem industrial, principalmente os metais pesados e substâncias químicas que são lançadas nas águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, dificilmente serão degradadas naturalmente.

A depender do ponto da calha principal, as substâncias lançados se depositam nos sedimentos ou estarão dissolvidos na massa d'água. Logo, o transporte de materiais através do rio pode ultrapassar a divisa estadual.

Caso ocorra este tipo de situação, os pontos de monitoramento distribuídos ao longo da calha detectarão a substância poluidora, principalmente quando da sua chegada na represa do Funil, pois além dos pontos de monitoramento de água, a empresa de meio ambiente do Estado de São Paulo, a CETESB, possuí pontos de amostragem de sedimentos que indicarão qualquer presença de poluentes que possam ter sido carreados pelo rio.

Cabe salientar que as indústrias da região estão, de certo modo, controladas. Elas obedecem às legislações vigentes para a bacia, tanto a federal (Resolução CONAMA nº 357/05) e como a Lei estadual 997/76 que é regulamentada pelo Decreto nº 8468/76 artigo 18.

Já a poluição difusa, proveniente da utilização de agrotóxicos, e materiais depositados nas estradas, ruas e avenidas, que são carreados para o rio Paraíba do Sul quando da ocorrência de chuvas, não possuem qualquer tipo de controle, apesar dos esforços para se minimizar os impactos desse tipo de poluição, principalmente junto ao CATI, órgão ligado à Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

O estudo da morfologia fluvial tem ajudado muito na compreensão dos fenômenos a que o rio Paraíba do Sul está sujeito. A rede hidrográfica da bacia é resultado da formação geomorfológica do Vale do Paraíba e influência diretamente na qualidade de suas águas. Logo, a alternância de ambientes lóticos e lênticos devem ser consideradas para o planejamento regional, servindo de base para o desenvolvimento da região.

A disposição geográfica do Vale, sua forma e sua constituição são ferramentas imprescindíveis à gestão pública da região. Vem daí que a instalação de empreendimentos industriais, habitações, estradas, ferrovias e outros que possam a vir causar impactos ambientais tanto diretamente nos municípios quanto na região, deve ser estudada, sem que, essas questões sejam deixadas para um segundo momento, o que normalmente acontece.

Na questão ambiental, a distribuição geográfica ou a conformação da morfologia regional do Vale do Paraíba, atuam de dois modos distintos nos problemas ambientais.

Por um lado prejudicam o meio ambiente, mas por outro, protegem-no. Sobre isso podemos observar que as condições morfológicas da chamada bacia sedimentar de Taubaté favorecem a ocupação e a instalação de equipamentos de infra-estrutura, tais como estradas, ferrovias, indústrias, etc.; portanto, este tipo de configuração geográfica tende a gerar problemas ambientais de toda ordem: a ocupação desses locais é facilitada pelo que o terreno propicia (Ross, Geomorfologia - Ambiente e Planejamento, 2005).

Normalmente, os rios de uma região de planície possuem declividade e gradiente de velocidade baixa, e com grandes trechos meandrados, o que ocasiona acúmulos dos despejos lançados no rio. Isto dificulta a sua degradação e será nesses locais que a poluição ambiental se mostrará com mais intensidade. Em virtude da configuração morfológica, a ação antrópica com o uso e ocupação do solo, far-se-á de modo irregular.

Quando essas estruturas geomorfológicas são obstáculo para o crescimento e o desenvolvimento (serras, mar de morros, rios mais retilíneos, declividade dos corpos d'água alta, etc.), elas se tornam, de certa forma, uma barreira de proteção natural contra as agressões ao meio ambiente, o que permite, basicamente, a ocupação rural ligada às atividades de agropecuária e turismo.

Em tais locais o relevo apresenta diferenças significativas de altitude, e morfologia fluvial, com saltos e quedas, características essas que proporcionam gradiente de velocidade mais alto e grande, e a consequente

oxigenação da massa de água.

Esses fatores ou variáveis nas calhas do rio principal e dos tributários aceleram a degradação de matéria orgânica pelo processo de autodepuração da água, o que melhora consideravelmente a qualidade do manancial.

O desenvolvimento “a qualquer preço”, que é a premissa do modelo econômico da sociedade nos dias de hoje, compromete – e muito – a qualidade ambiental do Vale do Paraíba, pois não observa com o devido cuidado, as características do relevo regional, com o fito de planejar, de modo organizado, o uso e a ocupação do solo, para que o impacto ambiental seja minimizado com a ação antrópica, protegendo as áreas mais sensíveis.

São nestas regiões que estão, por exemplo, as nascentes, as matas, e a fauna que formam um ecossistema equilibrado, mas frágil, que pode se romper a qualquer intervenção mal planejada.

No caso do rio Paraíba do Sul, que é o catalisador do desenvolvimento da região, os cuidados devem ser redobrados para a sua proteção, que hoje ainda na maior parte do seu curso, apresenta boas condições de qualidade de água, excetuando-se parte do trecho meandrado.

Este estudo aponta que a capacidade de suporte do rio Paraíba do Sul já está perto do seu limite.

6.4. Características gerais de um sistema fluvial meandrante

Os rios meandrantes caracterizam-se pelo padrão de alta sinuosidade do canal, típicos de regiões ou terrenos de baixa declividade, aos quais se associa o predomínio de partículas finas, transportadas em suspensão. Geralmente desenvolvem-se em planícies aluviais confinadas entre vales e terraços (caso da região do Vale do Paraíba), ou em regiões abertas, de planaltos ou de baixadas (Collinson, 1986).

A sinuosidade de um rio expressa a relação entre a extensão de percurso do canal fluvial e a distância percorrida por este em linha reta, entre dois pontos selecionados do seu curso. A equação do índice de sinuosidade de um canal fluvial está expressa na Tabela 9.

Tabela 9 - Cálculo do índice de sinuosidade (Is)

Índice de Sinuosidade (Is)	**Is = L/Lv**	**L = comprimento do canal principal** **Lv = comprimento vetorial do canal principal**	**Valores < 1,0 = canais retilíneos** **Valores > 2,0 = canais sinuosos** **(in Freitas, 1952)**

Fonte: (Santos & Sobreira, 2008)

A declividade de um rio, por sua vez, expressa a relação entre a extensão de um percurso realizado pelo canal fluvial e o desnível altimétrico entre dois pontos selecionados do canal.

A dinâmica no canal (talvegue) meandrante ou curvo é regida pelo fluxo helicoidal tridimensional, resultante da conjugação de forças transversais,

centrífugas, próximo à superfície, e centrípetas, no fundo do canal (Suguio & Bigarella, 1979).

Como resultado dessa dinâmica, há um excesso de pressão sobre a margem côncava do canal que se sujeita à fricção de arraste ou à erosão, ao passo que, na margem convexa, ocorrerá um débito de pressão onde se dará a sedimentação; o material erodido da margem côncava tende a ser depositado na próxima margem convexa da curva subsequente, e não na margem imediatamente oposta (Leopold, Wolman, & Miller, 1964).

Assim, nas margens internas do canal, serão depositados tanto os materiais transportados em suspensão como também parte do material da carga de fundo do canal e do material erodido das margens côncavas antecedentes, configurando-se um processo de construção de barras arenosas (barras de pontal).

Estas se acrescentam lateralmente, segundo planos inclinados em direção ao eixo do canal, sobrepondo-se na forma de estruturas sigmoidais (estratificações cruzadas epsilon).

Isto ocorre, à medida que o eixo do canal migra, avançando a margem externa em erosão, ou seja, enquanto o canal se mantém em constante migração lateral; em virtude da contínua erosão da margem côncava, portanto ocorre a deposição de material por acréscimo lateral na margem convexa (Suguio & Bigarella, 1979).

Nos períodos de grandes cheias, as barras de pontal assumem grandes proporções, elevando-se até alguns metros sobre a margem interna do canal. Nesses períodos, ao transbordar, a corrente de água sofre queda brusca de velocidade, provocando desequilíbrio e deposição do particulado mais grosso em suspensão, imediatamente sobre a margem externa, a construir os diques marginais que flanqueiam o canal.

A fração mais fina que permaneceu ainda em suspensão ultrapassa os limites dos diques e atinge a planície (ou bacia) de inundação, onde se sedimenta, originando os depósitos silto-argilosos de várzeas, ricos em matéria orgânica (Penteado, 1983).

A vegetação, nesses locais (nos períodos de estiagem), recobre densamente os diques marginais, as barras de pontal e a várzea de inundação.

Durante as cheias, pode ocorrer o rompimento dos diques marginais em pontos localizados: eles não suportam as novas tensões do fluxo, e uma vez estabelecido o rompimento, o fluxo divergente escava um canal transversal ao dique, carreando a carga em suspensão que irá se espalhar por sobre a planície de inundação, o que origina os depósitos de crevasse *(crevasse splay deposits)* (Leopold, Wolman, & Miller, 1964).

Os sedimentos que se formam no fundo do canal, são aqueles que apresentam as granulometrias mais grossas de todo o sistema meandrante,

a envolver conglomerados de areias grossas e finas, clastos lamíticos erodidos das margens côncavas do próprio canal.

Devido à tendência natural do curso, o canal meandrante se torna retilíneo, buscando um atalho e com o aumento do fluxo durante as cheias, ocorrem abandonos de meandros, que podem se dá de maneira gradual ou brusca. O curso avança, então, sobre as barras de pontal, ou interliga as duas alças mais próximas do rio meandrante.

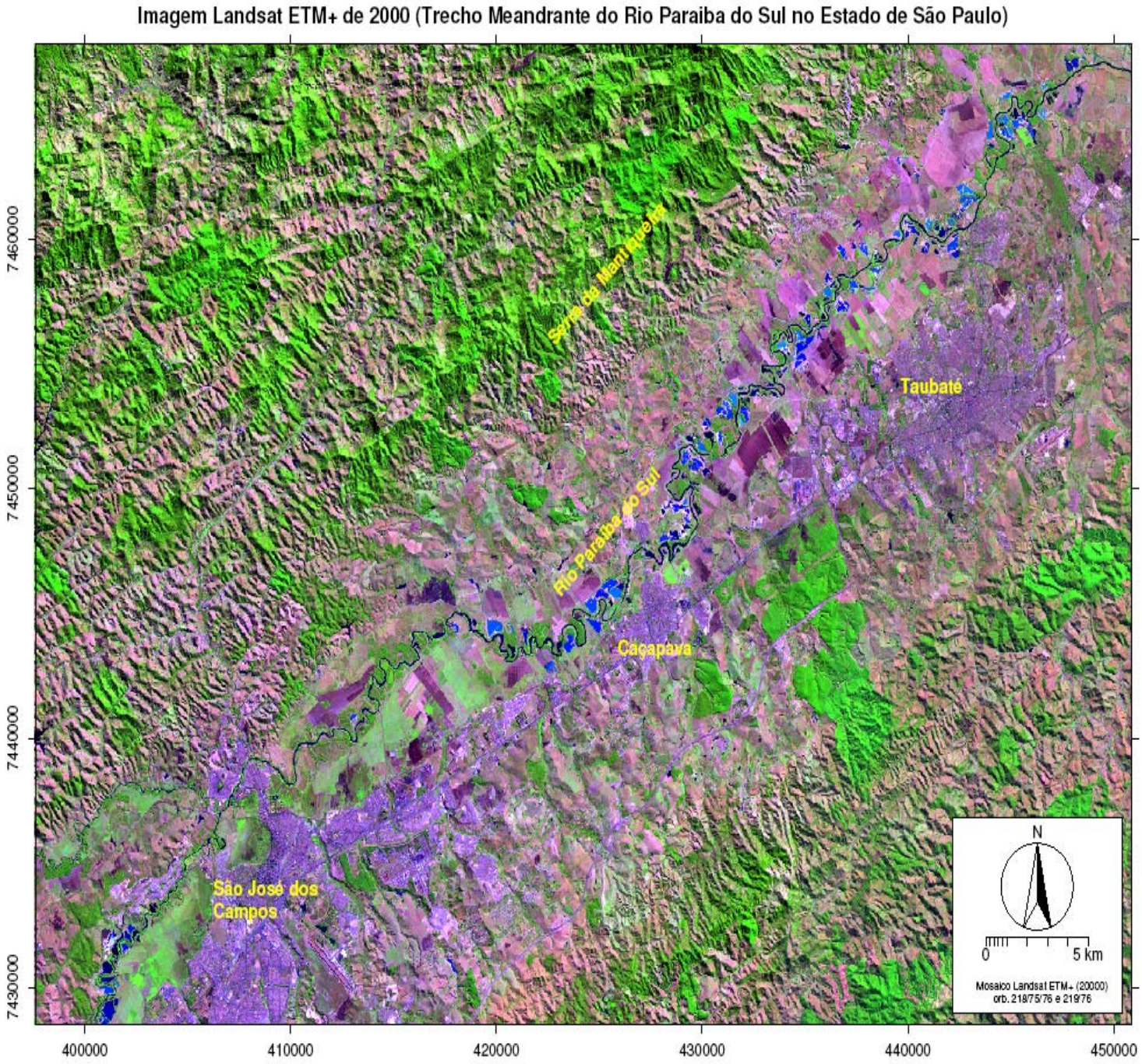
A conjugação desses fatores geomorfológicos (barras de pontal, diques marginais, depósitos de crevasse e meandros abandonados) constitui o cinturão meândrico, colocado em relação à planície de inundação, dentro do qual o canal descreve seus caminhos sinuosos.

Quando a planície aluvial se desenvolve em um vale de afundamento tectônico, como o do Paraíba, ladeado por áreas escarpadas, os processos de acréscimo vertical e lateral na região meandrante sofrerão influência direta dos fluxos dos rios tributários, que incrementam a vazão do canal principal e trazem consigo aporte de detritos, deixando sobre a área meandrante do rio depósitos residuais desses afluentes (Leopold, Wolman, & Miller, 1964).

Desse modo, os processos atuantes nesta planície aluvial oferecem uma trama complexa de feições e depósitos sedimentares, cuja compreensão da interação das variáveis acima citadas, se constitui em parâmetros de

interferência decisiva na qualidade da água, logo, o tipo da geomorfologia local deve ser a base para o planejamento de uso e ocupação do solo no desenvolvimento das áreas urbanas e rurais, principalmente em regiões de meandro, como este trecho do rio Paraíba do Sul (Figura 15).

Figura 11 - Imagem do meandro



6.5. Pontos de monitoramento de água e esgotamento sanitário da bacia

O rio Paraíba do Sul atravessa a porção sudeste do Estado de São Paulo e drena, também, parte do território dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Nas suas cabeceiras estão localizados os Reservatórios de Paraibuna e Paraitinga, que além de serem utilizados para gerar energia elétrica, são reguladores da vazão deste rio. Existem 16 pontos ao longo do Rio Paraíba do Sul, 6 deles servindo para monitorar as captações dos municípios que se desenvolveram às suas margens, bem como as fontes de poluição de origem doméstica e industrial.

Tabela 10 - Pontos coincidentes de captação de água com os de monitoramento da rede CETESB no trecho paulista

Ponto	Local
PARB 02600	Na captação de Aparecida
PARB 02200	Junto à captação do município de Jacareí
PARB 02050	Captação de Santa Branca, no bairro Angola de Cima.
PARB 02530	Na captação da SABESP de Pindamonhangaba
JAGJ 00200	Ponte na rodovia SP 056 que liga Santa Isabel a Igaratá, no município de Santa Isabel.
UNNA 02800	Na captação da SABESP de Taubaté.
PARB 02310	Na captação de São José dos Campos.
PARB 02490	Na captação da SABESP em Taubaté que abastece Tremembé

Identificação dos locais nos rios utilizada pela CETESB

Parb = Rio Paraíba
Jagj = Rio Jaguari
Unna = Rio Una

Na parte paulista entendida como correspondente a UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 2 – Paraíba do Sul. A sua vocação principal é de UGRHI industrial, a bacia é composta por 34 municípios, cujas principais características de esgotamento sanitário encontram-se descritas na Tabela 11 e representadas nos Gráficos 7, 8 e 9.

Tabela 11 - Carga Orgânica de Origem Doméstica

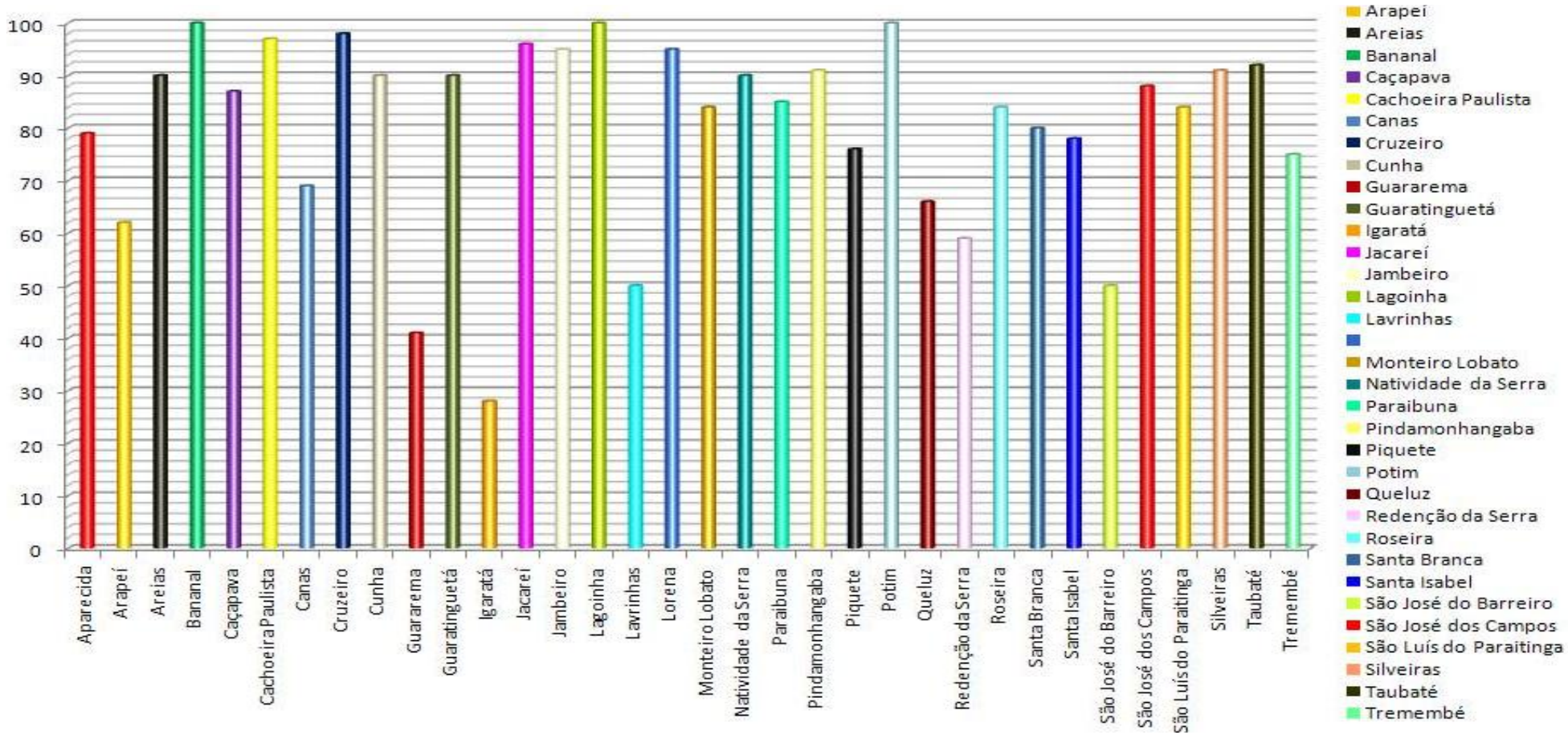
Município	Concessão	População SEADE 2006		Atendimento (%)		Carga Poluidora (kg DBO/dia)		
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanescente	
Aparecida	SAAE	36.318	35.800	79	0	1.933	1.933	Rio Paraíba do Sul, Rib. do Sá, Chácara e Moraes
Arapeí	Sabesp	2.810	2.100	62	7	113	109	Rib. Capitão Mor
Areias	PM	3.821	2.682	90	0	145	145	Rib. Vermelho
Bananal	Sabesp	10.199	7.703	100	100	416	83	Rio Bananal
Caçapava	Sabesp	82.354	73.082	87	87	3.946	1.557	Rio Paraíba do Sul e Cór. Boçoroca
Cachoeira Paulista	Sabesp	29.871	24.406	97	7	1.318	1.246	Rio Paraíba do Sul, Rib. das Pitas, Minhocas e Aguada
Canas	Sabesp	4.164	3.598	69	100	194	87	Rio Paraíba do Sul
Cruzeiro	SAAE	76.230	73.936	98	0	3.993	3.993	Rio Paraíba do Sul, Rib. Lopes e Cór. Pontilhão
Cunha	PM	23.449	11.578	90	16	625	553	Cór. do Rodeio
Guararema	Sabesp	24.583	20.271	41	0	1.095	1.095	Rio Paraíba do Sul
Guaratinguetá	SAAE	111.084	106.070	90	18	5.728	4.985	Rio Paraíba do Sul, Rib. Guaratinguetá, São Gonçalo e Motas
Igaratá	Sabesp	9.759	7.376	28	100	398	309	Res. do Jaguari e Rib. Palmeiras
Jacareí	SAAE	208.766	200.951	96	20	10.851	9.185	Rio Paraíba do Sul e Rib. Turi
Jambeiro	Sabesp	4.506	2.475	95	100	134	32	Rib. Capivari
Lagoinha	Sabesp	5.073	3.017	100	100	163	33	Rib. Botucatu
Lavrinhas	Sabesp	6.900	6.209	50	0	335	335	Rio Paraíba do Sul
Lorena	Sabesp	82.566	79.708	95	100	4.304	1.033	Rio Paraíba do Sul e Ribeirão Taboão
Monteiro Lobato	Sabesp	3.792	1.716	84	88	93	38	Rio Buquira
Natividade da Serra	PM	7.320	3.270	90	96	177	55	Res. Paraibuna
Paraibuna	PM	18.619	5.273	85	9	285	267	Rio Paraibuna
Pindamonhangaba	Sabesp	142.355	135.498	91	95	7.317	2.257	Rio Paraíba do Sul, Rib. Curuputuba e Uma
Piquete	PM	15.415	14.431	76	0	779	779	Rios Piquete, Benfica e Sertão
Potim	PM	16.160	15.529	100	1	839	832	Rio Paraíba do Sul
Queluz	Sabesp	9.952	8.702	66	0	470	470	Rio Verde e Rio Paraíba do Sul
Redenção da Serra	Sabesp	4.103	1.710	59	100	92	49	Res. Paraibuna
Roseira	Sabesp	10.288	9.732	84	100	526	172	Rio Pirapitingui
Santa Branca	PM	14.780	13.508	80	13	729	669	Rib. Barretos e Rio Paraíba
Santa Isabel	PM	47.352	36.318	78	0	1.961	1.961	Rio Araraquara e Res. Jaguari

Município	Concessão	População SEADE 2006		Atendimento (%)		Carga Poluidora (kg DBO/dia)		
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanescente	
São José do Barreiro	PM	4.295	2.534	50	100	137	82	Rib. do Barreiro e Cór. da Estância
São José dos Campos	Sabesp	602.544	596.033	88	46	32.186	21.763	Rio Paraíba do Sul, Cambuí, Peixe, Alambari e Pararangaba
São Luís do Paraitinga	Sabesp	10.798	6.563	84	100	354	116	Rio Paraitinga e Chapéu
Silveiras	Sabesp	5.694	2.602	91	100	141	38	Rib. Silveiras
Taubaté	Sabesp	268.090	253.960	92	0	13.714	13.714	Cór. Judeu, Piracangaguá e José Raimundo
Tremembé	Sabesp	40.628	35.737	75	0	1.930	1.930	Rio Paraíba do Sul
UGRHI		**1.944.638**	**1.804.078**	**89**	**37**	**97.420**	**71.905**	

Fonte: Relatório de qualidade de águas interiores da CETESB - 2007

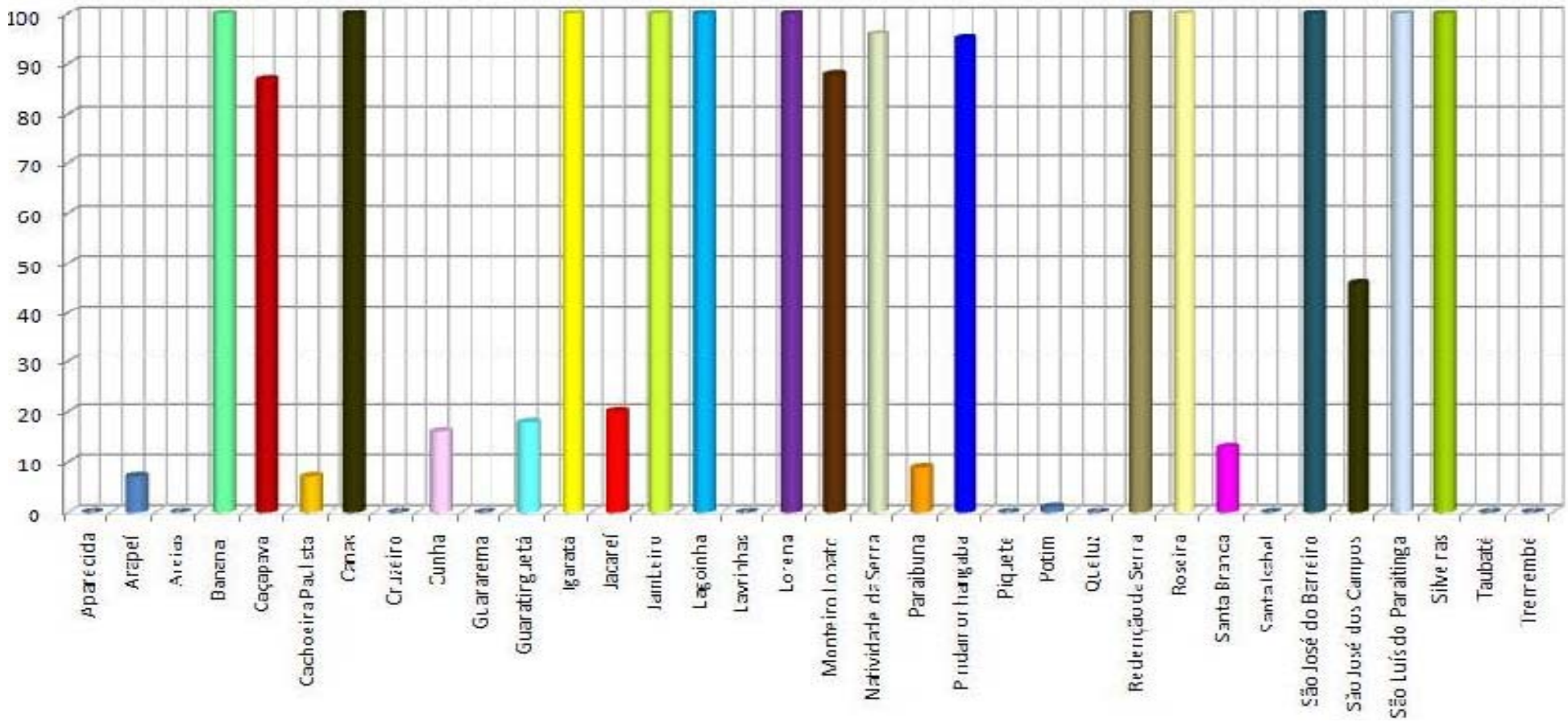
Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2008)

Gráfico 7 – Coleta de esgoto (2007)



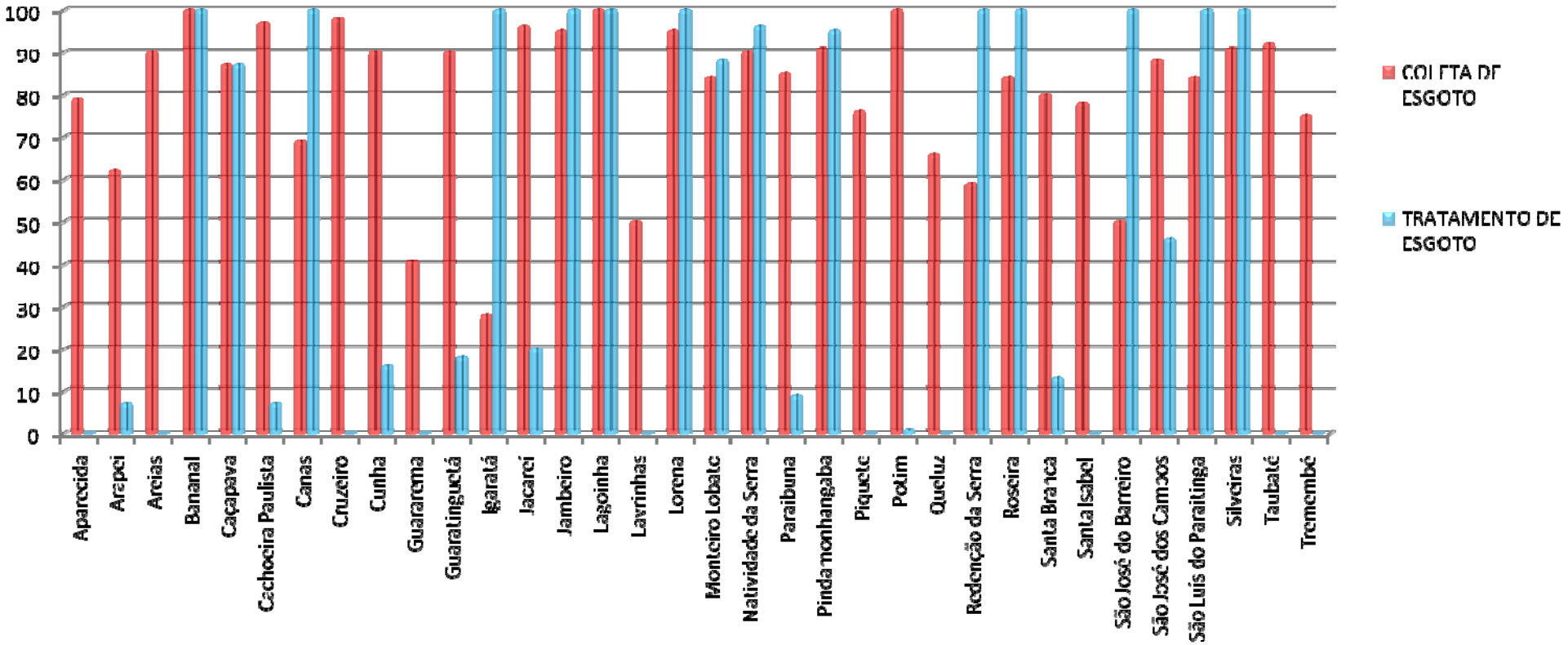
Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2008)

Gráfico 8 - Tratamento de esgoto por município (2007)



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2008)

Gráfico 9 - Comparação entre coleta e tratamento (2007)



7. Avaliação do potencial de geração de águas no trecho paulista da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

7.1. Base de dados hidrológicos

De acordo com as condições atuais dos postos fluviométricos e a sua sistemática de manutenção, acredita-se que não haja confiabilidade para se utilizar da base de dados do SIGHR sem incorrer em distorções das médias mensais.

Isto se coloca mesmo tendo a disposição os dados das médias mensais no site, onde se pode consultar toda a série histórica de dados de chuva nos postos pluviométricos monitorados pelo DAEE, observa-se que, não há dados em quantidades suficientes para se estudar o comportamento do regime de vazão do rio Paraíba do Sul em sua calha principal. Por outro lado, constata-se ainda que, há poucos levantamentos no que diz respeito às vazões dos demais corpos d'água das sub-bacias hidrográficas.

Apesar das informações disponíveis das sub-bacias não serem completas os estudos hidráulicos pré-existentes são suficientes para quantificar preliminarmente a disponibilidade de água das sub-bacias elencadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Descrição das principais sub-bacias e suas vazões médias de contribuição para a calha principal

Sub-Bacia	Corpo D´água Principal	Àrea de Drenagem km²	Vazão Média Mensal m³/s	Estimativa da vazão Produzida m³/dia
1	Represa de Santa Branca (Represa de Paraibuna e Paraitinga)	7039	46,82	2797580
2	Ribeirão Putim	89	-	35373
3	Represa do Jaguari	1247	6,5	495607
4	Ribeirão da Divisa	44,6	0,13	3853
5	Ribeirão Pedregulho	42,74	0,13	3693
6	Ribeirão dos Souzas	34	1,33	17626
7	Rio Unna	448	1,73	116122
8	Ribeirão Piracuama	157	1,33	81389
9	Ribeirão Tetequra	130	1,33	67,39
10	Ribeirão Guaratinguetá	132	1,33	68429
11	Ribeirão Piagui	212	1,33	109901
12	Ribeirão Pirapitingui	79	1,73	20477
13	Ribeirão Taboão ou Lorena	76	1,73	19699
14	Ribeirão Jabaquara	27	1,33	13997
15	Córrego do Palmital	65	1,78	11232
16	Ribeirão da Bocaina	173	1,78	29894
17	Afl. Ribeirão das Silveiras	21	1,78	3629
18	Ribeirão Brejetuba	135	1,33	69984
19	Ribeirão Água Limpa	28	1,33	14515
20	Ribeirã do Braço	82	1,33	42508
21	Rio do Entupido	35	1,33	18144
22	Ribeirão Vermelho	84	3,56	14515
23	Afl. Da Represa do Funil	32	46,82	12718
24	Rio Bananal	66	-	26231

Fonte: Estudo da bacia do rio Paraíba do Sul (Francês)

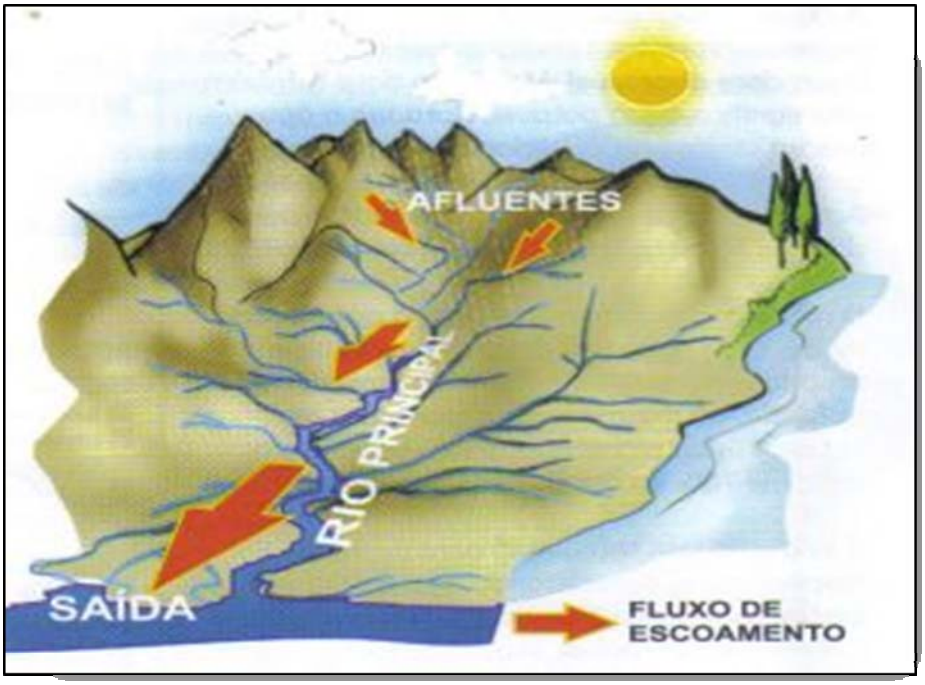
7.2. Delimitação das Sub-Bacias Hidrográficas

As variáveis consideradas neste estudo, que determinaram a escolha destas sub-bacias, representam o produto final da análise e das avaliações dos sistemas de saneamento básico dos municípios que compõem a bacia do rio Paraíba do Sul (local de captação, lançamento de efluentes domésticos e disposição final de resíduos sólidos), as áreas urbanas e a ausência de fontes potenciais de poluição.

A Bacia Hidrográfica ou bacia de drenagem de uma seção de um curso d'água é a área geográfica coletora de água de chuva que escoa pelo efeito das declividades pela superfície do solo até atingir a seção considerada.

A representação a seguir mostra sub-bacias hidrográficas que contribuem para um mesmo rio. Toda a precipitação ocorrida na bacia contribuirá para a calha principal até a sua foz.

Figura 12 - Representação da drenagem de uma bacia



Fonte: Acervo de imagens GOOGLE (2007)

Para a delimitação de uma bacia hidrográfica é necessário dispor de uma planta planialtimétrica em escala adequada e compatível às dimensões da bacia a ser delimitada.

Na delimitação se deve separar as bacias de modo que o divisor traçado não corte nenhum curso d'água, e passe pelos pontos mais altos indicados

na carta, para tanto corra as distâncias iguais entre duas curvas de nível de mesma cota e corte as curvas de nível o mais perpendicular possível.

Desta forma foram delimitadas 25 sub-bacias de interesse regional em virtude das condições favoráveis para a produção de água que impactam na calha principal da bacia hidrográfica.

7.3. Estimativas das vazões produzidas e a capacidade de atendimento

A partir da análise dos estudos e levantamentos dos índices fluviométricos da bacia hidrográfica fornecidos pelo (Secretaria de Recursos Hidrícos, Saneamento e Obras - DAEE, 1999), constata-se que alguns destes postos não existem fisicamente, mesmo assim foi possível considerar os dados de forma homogenia quando se utiliza os dados da CETESB que complementam os do DAEE.

Portanto, para minimizar erros na quantificação da produção mínima de água gerada nas sub-bacias optou-se por utilizar os menores coeficientes de contribuição específica expressos em L/s.Km².

As medições apresentadas referem-se às vazões médias mensais e as estimativas de vazão produzida em m³/dia, quando da inexistência da informação utilizou-se as mínimas médias mensais disponíveis no (Secretaria de Recursos Hidrícos e Saneamento - DAEE - Conselho Estadual

de Recursos Hidrícos, 2005), que significa maior segurança no dimensionamento da geração de água das sub-bacias hidrográficas.

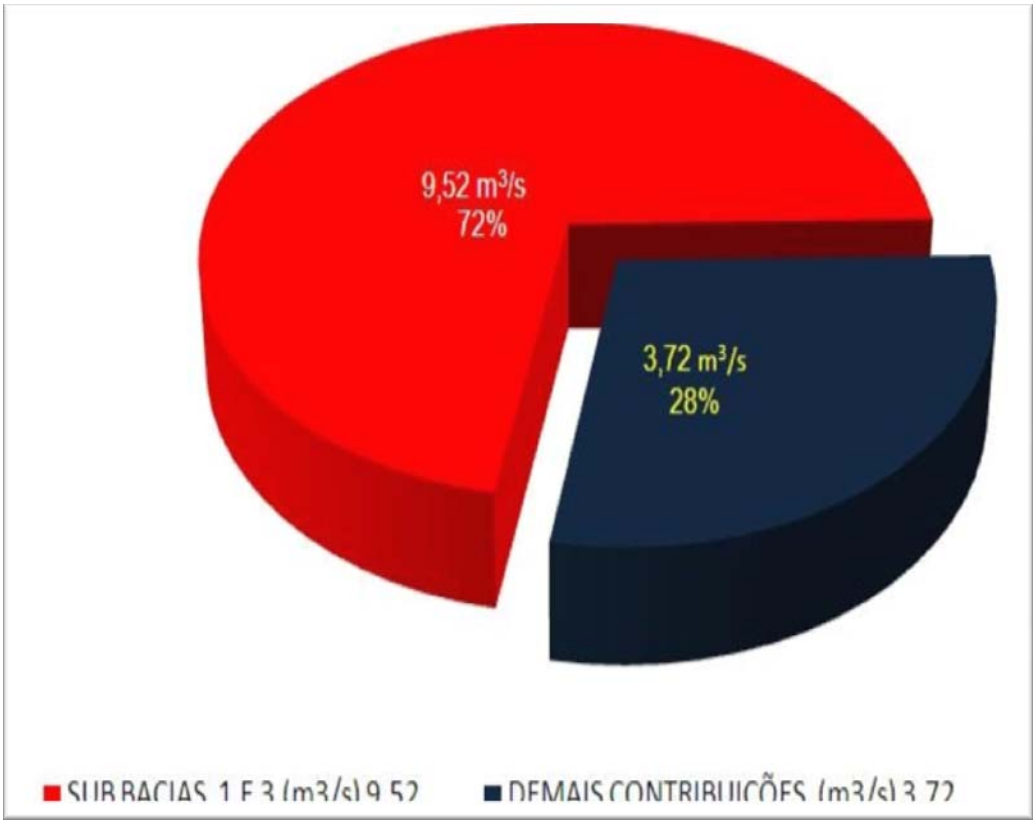
Os fatores que influem nos deflúvios como: clima, tipo de precipitação, distribuição das chuvas, umidade do solo, evaporação e transpiração, bem como aquelas relacionadas com as características físicas; áreas de drenagem, cobertura vegetal, geologia local e o uso do solo, não permitam que exista uma homogeneidade nas contribuições específicas, onde não há dados se adotou os números de sub-bacias próximas em que apresentavam similaridades climáticas e geográficas.

Em relação aos condicionantes físicos que interferem nos deflúvios, observou-se em trabalhos geomorfológicos que as áreas que compreendem as sub-bacias número 01 e 03 da Tabela 12 de sub-bacias, apresentam similaridades, justificando, portanto, a adoção para a sub-bacia 03 o coeficiente de contribuição específica que neste, caso é de 4,6 L/s.Km², devido a não disponibilidade de dados das vazões mínimas no local, ainda como fator de segurança adotou-se um índice de 25% da vazão produzida a fim de se garantir o menor erro possível.

Para as demais sub-bacias elencadas o mesmo critério de adequação foi adotado, assim sendo, o índice escolhido também foi o mais restritivo em termos de geração de água que é de 40% do total da vazão produzida um vez que diferentemente das sub-bacias 01 e 03, os cursos d'água nestas outras não apresentam equipamentos para regular suas vazões.

Observa-se que o potencial de produção de água das 25 sub-bacias hidrográficas juntas, com os índices citados, corresponde a uma vazão de 13,24 m³/s, esta quantidade equivale à capacidade de atendimento para uma população de 4.577.295 habitantes, mais que duas vezes a população atual da bacia hidrográfica, no trecho paulista. Portanto, entende-se que, não há problemas de escassez de água nessa região do Vale do Paraíba. Desta vazão as sub-bacias hidrográficas 01 e 03 (represa de Santa Branca e Jaguari respectivamente) contribuem com 9,52 m³/s do total das 25 sub-bacias hidrográficas, conforme o Gráfico 10.

Gráfico 10 - Contribuição hídrica das sub-bacias 01 e 03



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

Neste gráfico, nota-se a importância das sub-bacias 01 e 03, basicamente as represas de Paraibuna e do Jaguari são responsáveis por 72% de toda a água que compõe o Rio Paraíba do Sul no trecho paulista.

Portanto, os cuidados para a conservação da qualidade de suas águas devem ter atenção especial do poder público, a fim de proteger todo manancial formador dessas sub-bacias.

8. Tabelas e gráficos

As avaliações dos resultados obtidos neste estudo serão realizadas a partir do ponto considerado a montante do rio Paraíba do Sul, até o ponto à jusante, na entrada da represa do Funil, dentro dos limites do Estado de São Paulo, ou seja, no trecho paulista do rio, sendo, portanto, os pontos PARB 2050 e PARB 2900, respectivamente, conforme a descrição abaixo:

Ponto	Local
1. PARB 02050	Captação de Santa Branca
2. PARB 02100	Ponte na SP-77 entre Jacareí e Santa Branca
3. PARB 02200	Captação de Jacareí
4. PARB 02300	Loteamento Urbanova em São José dos Campos
5. PARB 02310	Captação de São José dos Campos
6. PARB 02400	Rua de Porto em Caçapava-Menimo Jesus
7. PARB 02490	Captação de Tremembé em Taubaté
8. PARB 02530	Captação de Pindamonhangaba
9. PARB 02600	Captação de Aparecida
10. PARB 02700	Rodovia BR-459 - Lorena a Piquete
11. PARB 02900	Ponte no município de Queluz

Pontos fora do Rio Paraíba de Sul

12. SANT 00100	Represa de Santa Branca
13. JAGI 02900	Rio Jaguarí próximo a foz no rio Paraíba
14. JAGJ 00200	Ponte na SP-056 Santa Isabel – Igaratá
15. PTEI 02900	Rio Parateí próximo a cervejaria Brahma
16. UNNA 02800	Rio Una na Captação da Sabesp de Taubaté

PARB 02050 – Captação de Santa Branca

A represa de Santa Branca fica logo após a de Paraibuna, este ponto localiza-se na saída da barragem, de onde o município de Santa branca faz a sua captação. Espera-se que no local não haja indícios de poluição de qualquer natureza, já que, na prática, é o início do rio Paraíba do Sul; e as duas represas estão protegidas pela legislação de proteção aos mananciais.

Os dados que constituem o gráfico da série histórica são dos anos de 2004 a 2007. Eles reproduzem as condições sanitárias em relação às descargas de esgotos de origem domésticas no período. E a análise e interpretação dos dados da série histórica, confirmam as boas condições para as águas neste ponto. Entretanto, os resultados analíticos de 2004 e 2005, e em quatro amostras do ano de 2006 não estão de acordo com a legislação vigente para o parâmetro OD, 5mg/L.

Em apenas uma amostra de toda a série histórica o parâmetro DBO esteve acima do limite legal de 5mg/L, registrado na amostra de 16/02/2006 com o valor de 5,30 mg/L.

Deve-se atentar para estas variações nos parâmetros, pois neste local todas as amostras deveriam estar em conformidade com a legislação, já que é uma área de proteção e que, portanto, não deve haver qualquer lançamento de carga orgânica de origem doméstica. No entanto no trecho ela conta com quase a totalidade dos despejos da cidade de Paraibuna e o

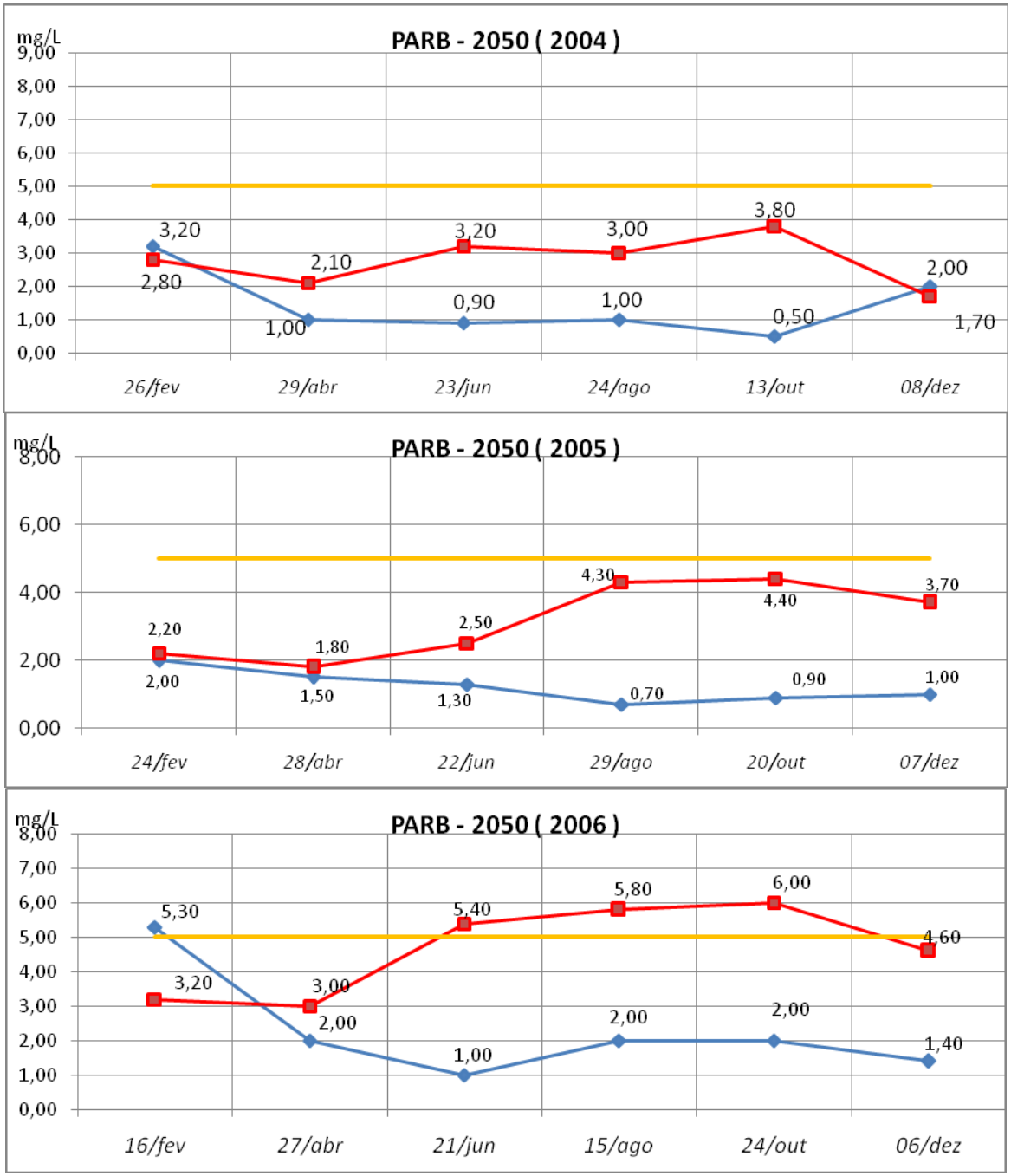
remanescente da cidade de Jambeiro. No mais, as represas são utilizadas para a recreação de contato primário, navegação, pesca; e contam com a presença de pousadas, condomínios residenciais o que explica os dados acima citados.

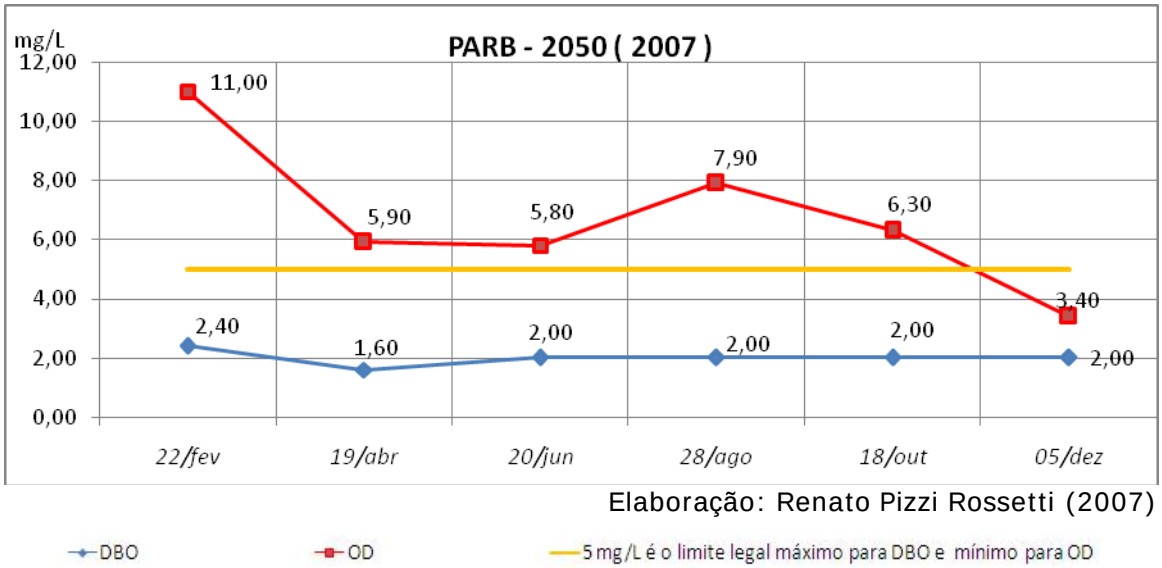
Tabela 13 – PARB02050

Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
2004	PARB02050	02/04	3,20	2,80
		04/04	1,00	2,10
		06/04	0,90	3,20
		08/04	1,00	3,00
		10/04	0,50	3,80
		12/04	2,00	1,70
2005	PARB02050	02/05	2,00	2,20
		04/05	1,50	1,80
		06/05	1,30	2,50
		08/05	0,70	4,30
		10/05	0,90	4,40
		12/05	1,00	3,70
2006	PARB02050	02/06	5,30	3,20
		04/06	2,00	3,00
		06/06	1,00	5,40
		08/06	< 2,00	5,80
		10/06	< 2,00	6,00
		12/06	1,40	4,60
2007	PARB02050	02/07	2,40	11,00
		04/07	1,60	5,90
		06/07	< 2,00	5,80
		08/07	< 2,00	7,90
		10/07	< 2,00	6,30
		12/07	< 2,00	3,40

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

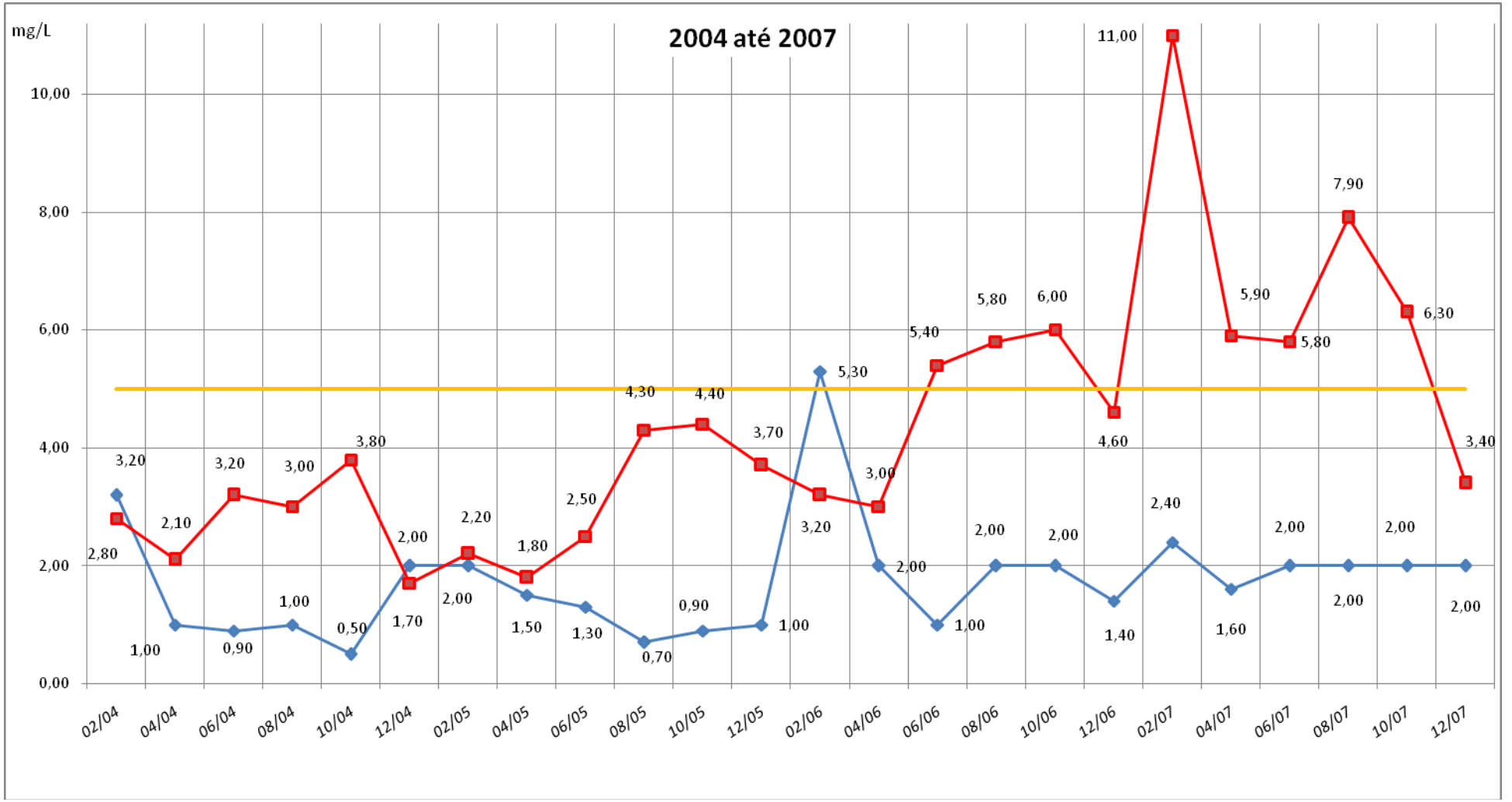
Gráfico 11- Série PARB02050





Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

Gráfico 12 – PARB02050 - Geral



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

PARB 02100 – Ponte na rodovia SP77 entre Jacareí e Santa Branca

Este ponto possui todos os anos de monitoramento do recorte temporal escolhido para este estudo, que compreende o período do ano de 1998 ao ano de 2007. Os resultados, de maneira geral, mostram que, neste local, o rio Paraíba do sul está em boas condições ambientais durante todo o tempo estudado, não havendo, portanto, grandes problemas em relação a lançamentos de esgotos domésticos na região.

Nota-se, porém, que a DBO em apenas uma amostra durante os dez anos esteve fora do limite estabelecido na legislação vigente, bem como algumas amostras de OD, que também apresentaram resultados abaixo do limite estabelecido para o rio.

Ressalta-se que a maioria das desconformidades neste ponto ocorreu no verão, ou seja, no período das chuvas. Pode, num primeiro momento, parecer estranhos resultados, neste local, apresentarem tais variações. Não há lançamentos significativos que possam alterar a qualidade do rio.

Entretanto, deve-se observar que o rio sofre influência direta da operação das represas a montante do ponto, pois é justamente nesta época do ano, que as chuvas são mais intensas. As comportas são fechadas para se reservar o máximo de água possível.

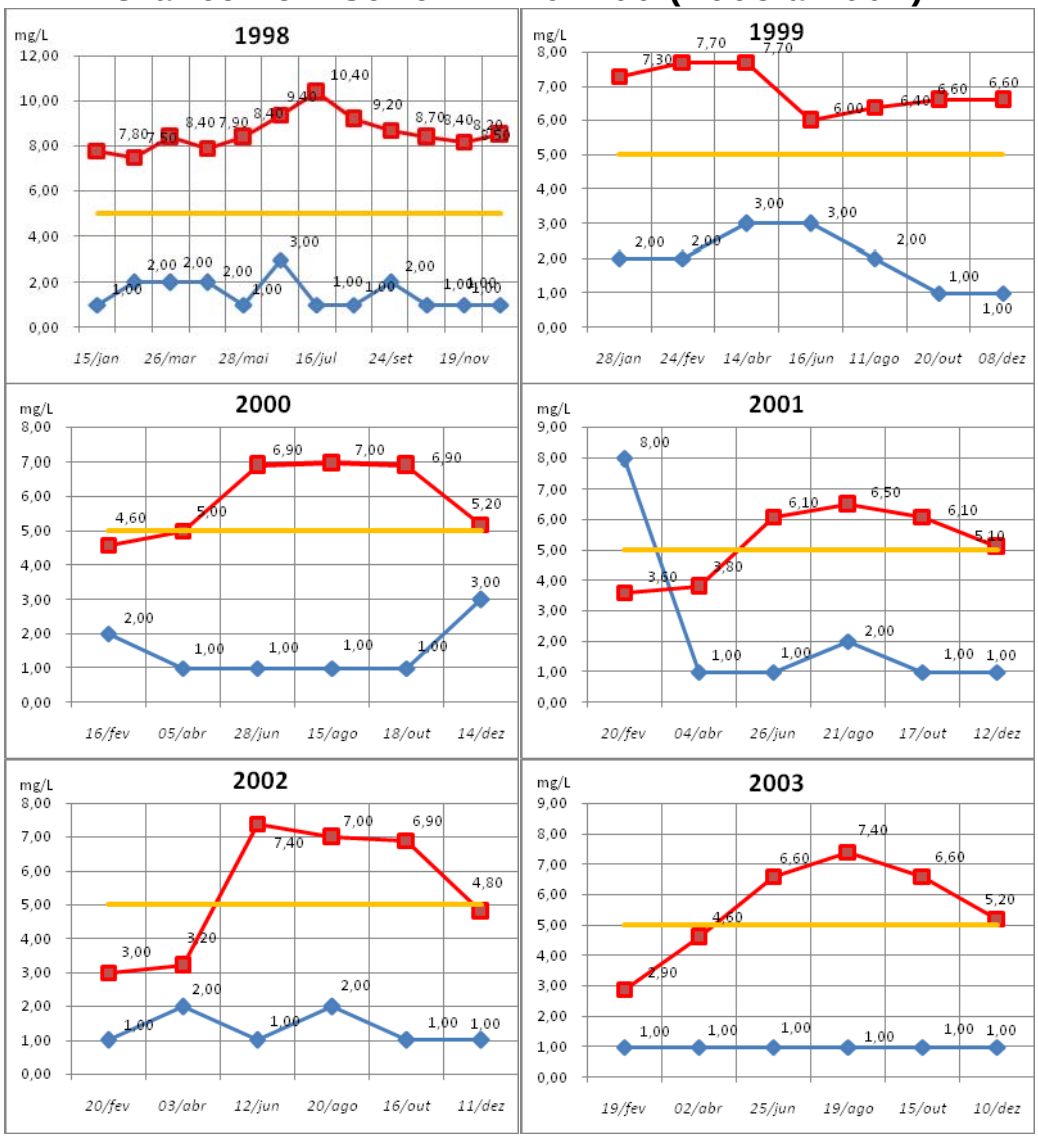
Com isso, diminui-se consideravelmente a vazão natural do rio Paraíba do Sul, mantendo-se esta situação até atingir-se o volume necessário estabelecido pelo operador do sistema para aquele período. Tal procedimento altera todo o regime de águas no rio Paraíba do Sul no trecho paulista.

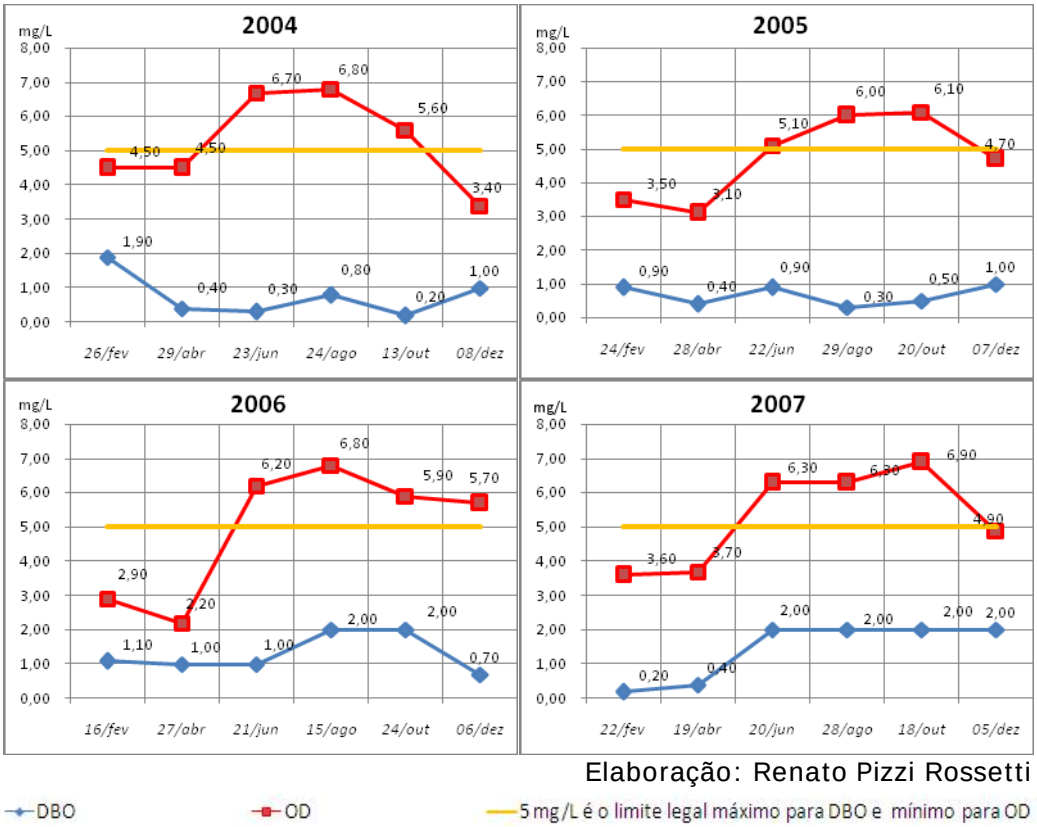
Tabela 14 - PARB02100

Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
1998	PARB02100	01/98	1,00	7,80
		02/98	2,00	7,50
		03/98	2,00	8,40
		04/98	2,00	7,90
		05/98	< 1,00	8,40
		06/98	3,00	9,40
		07/98	1,00	10,40
		08/98	1,00	9,20
		09/98	2,00	8,70
		10/98	1,00	8,40
		11/98	1,00	8,20
		12/98	1,00	8,50
1999	PARB02100	01/99	< 2,00	7,30
		02/99	< 2,00	7,70
		04/99	< 3,00	7,70
		06/99	< 3,00	6,00
		08/99	2,00	6,40
		10/99	1,00	6,60
		12/99	1,00	6,60
2000	PARB02100	02/00	2,00	4,60
		04/00	1,00	5,00
		06/00	1,00	6,90
		08/00	1,00	7,00
		10/00	1,00	6,90
		12/00	3,00	5,20
2001	PARB02100	02/01	8,00	3,60
		04/01	1,00	3,80
		06/01	1,00	6,10
		08/01	2,00	6,50
		10/01	1,00	6,10
		12/01	1,00	5,10
2002	PARB02100	02/02	1,00	3,00
		04/02	2,00	3,20
		06/02	1,00	7,40
		08/02	2,00	7,00
		10/02	1,00	6,90
		12/02	1,00	4,80
2003	PARB02100	02/03	1,00	2,90
		04/03	1,00	4,60
		06/03	1,00	6,60
		08/03	1,00	7,40
		10/03	1,00	6,60
		12/03	1,00	5,20
2004	PARB02100	02/04	1,90	4,50
		04/04	0,40	4,50
		06/04	0,30	6,70
		08/04	0,80	6,80
		10/04	0,20	5,60
		12/04	1,00	3,40
2005	PARB02100	02/05	0,90	3,50
		04/05	0,40	3,10
		06/05	0,90	5,10
		08/05	0,30	6,00
		10/05	0,50	6,10
		12/05	< 1,00	4,70
2006	PARB02100	02/06	1,10	2,90
		04/06	1,00	2,20
		06/06	< 1,00	6,20
		08/06	< 2,00	6,80
		10/06	< 2,00	5,90
		12/06	0,70	5,70
2007	PARB02100	02/07	0,20	3,60
		04/07	0,40	3,70
		06/07	< 2,00	6,30
		08/07	< 2,00	6,30
		10/07	< 2,00	6,90
		12/07	< 2,00	4,90

Fonte: Banco de dados Interáguas - CETESB (2007)

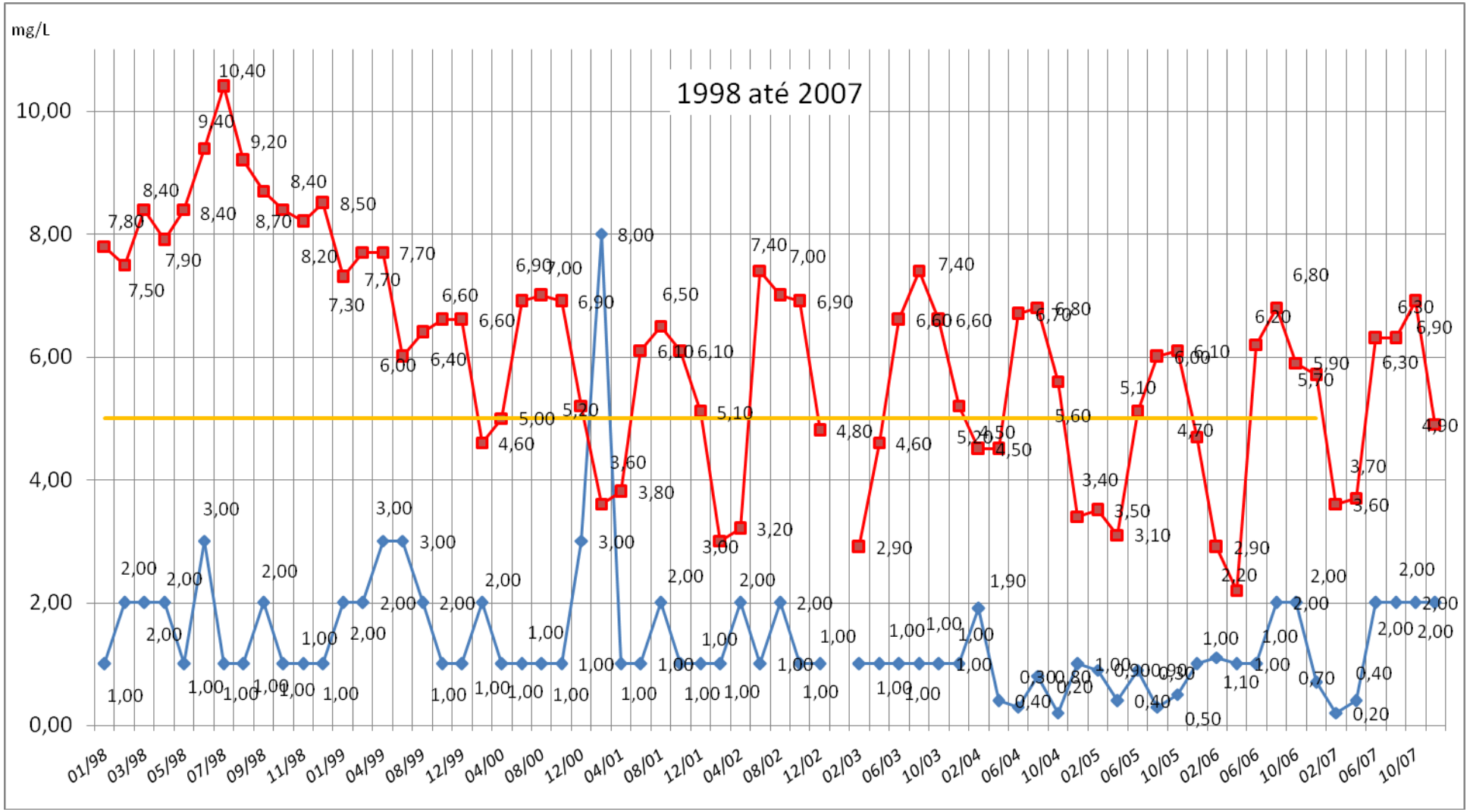
Gráfico 13 – Série PARB02100 (1998 a 2007)





Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

Gráfico 14 – PARB02100 – Geral



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

PARB 02200 – Captação de Jacareí

Este ponto faz parte da rede de controle das captações para o abastecimento público municipal da bacia, conforme descrito na página 92, deste trabalho.

A partir do local referido, já dentro no trecho urbano de Jacareí, registra-se a contribuição de efluentes industriais e domésticos, com capacidade de alterar a DBO e o OD, tais como, a totalidade dos esgotos do município de Guararema e dos despejos industriais, de celulose e papel, da têxtil, da química e de outras menores.

Apesar das contribuições acima citadas, a morfologia do rio, no trecho, favorece a depuração de suas águas, devido à baixa sinuosidade e à presença de várias corredeiras, que proporcionam re-oxigenação natural, e consequentemente, a degradação de matéria orgânica de forma mais eficaz.

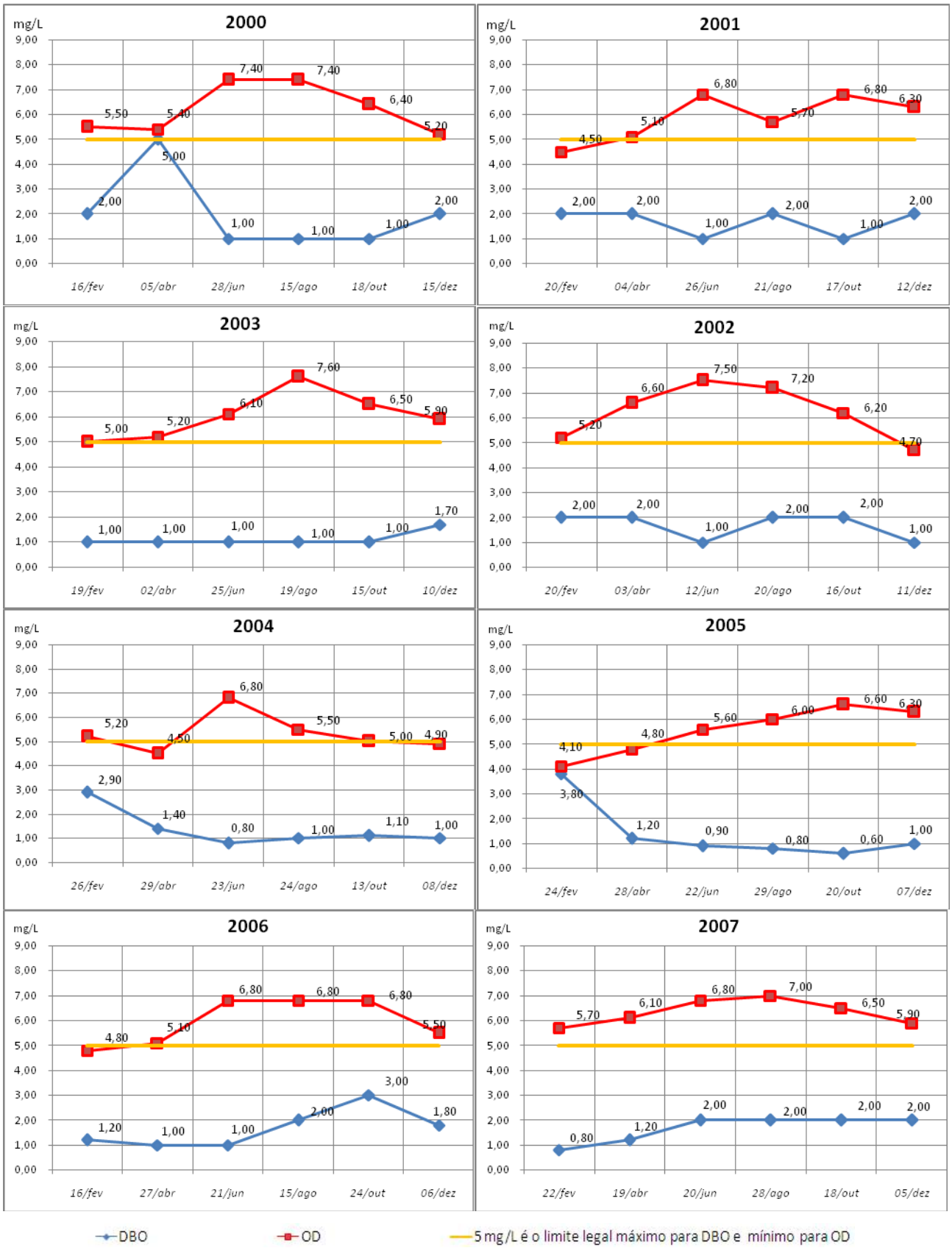
Isto explica, neste trecho, a quase inexistência de alteração dos parâmetros durante o período estudado, mesmo que, recebendo as cargas de esgotos a montante.

Tabela 15 – PARB02200

Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
2000	PARB02200	16/02/00	2,00	5,50
		05/04/00	5,00	5,40
		28/06/00	1,00	7,40
		15/08/00	1,00	7,40
		18/10/00	1,00	6,40
		15/12/00	2,00	5,20
2001	PARB02200	20/02/01	2,00	4,50
		04/04/01	2,00	5,10
		26/06/01	1,00	6,80
		21/08/01	2,00	5,70
		17/10/01	1,00	6,80
		12/12/01	2,00	6,30
2002	PARB02200	20/02/02	2,00	5,20
		03/04/02	2,00	6,60
		12/06/02	< 1,00	7,50
		20/08/02	2,00	7,20
		16/10/02	2,00	6,20
		11/12/02	1,00	4,70
2003	PARB02200	19/02/03	1,00	5,00
		02/04/03	1,00	5,20
		25/06/03	1,00	6,10
		19/08/03	1,00	7,60
		15/10/03	1,00	6,50
		10/12/03	1,70	5,90
2004	PARB02200	26/02/04	2,90	5,20
		29/04/04	1,40	4,50
		23/06/04	0,80	6,80
		24/08/04	1,00	5,50
		13/10/04	1,10	5,00
		08/12/04	1,00	4,90
2005	PARB02200	24/02/05	3,80	4,10
		28/04/05	1,20	4,80
		22/06/05	0,90	5,60
		29/08/05	0,80	6,00
		20/10/05	0,60	6,60
		07/12/05	1,00	6,30
2006	PARB02200	16/02/06	1,20	4,80
		27/04/06	1,00	5,10
		21/06/06	< 1,00	6,80
		15/08/06	< 2,00	6,80
		24/10/06	3,00	6,80
		06/12/06	1,80	5,50
2007	PARB02490	22/02/07	0,80	5,70
		19/04/07	1,20	6,10
		20/06/07	< 2,00	6,80
		28/08/07	< 2,00	7,00
		18/10/07	< 2,00	6,50
		05/12/07	2,00	5,90

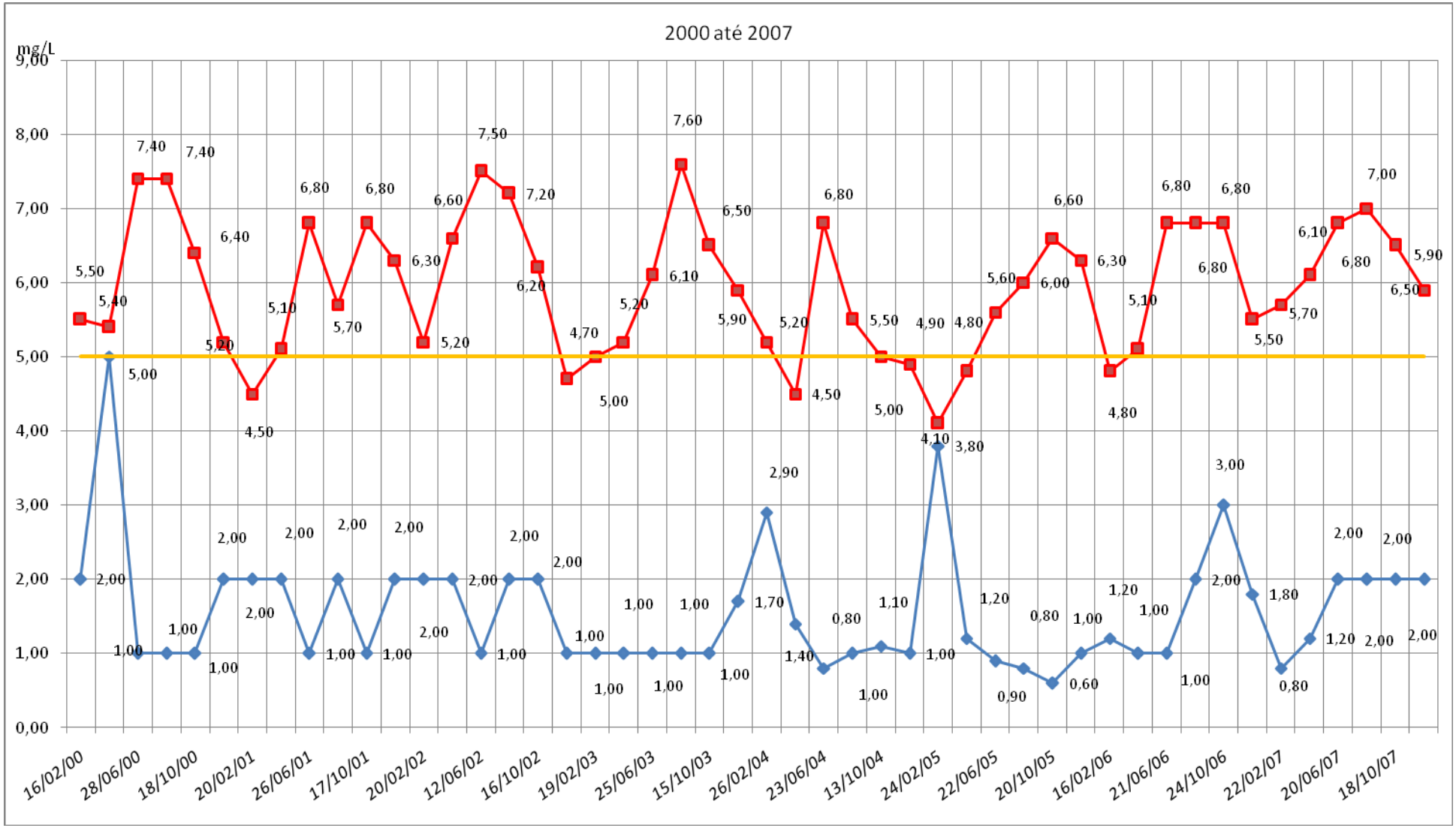
Fonte: Banco de dados Interáguas - CETESB (2007)

Gráfico 15 – Série PARB02200



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

Gráfico 16 - PARB02200 – Geral



Elaboração: Renato Pizzi Rossetti (2007)

PARB 02300 – Loteamento Urbanova em São José dos Campos

Este ponto localiza-se na área urbana de São José dos Campos, e já está, dentro do segundo trecho descrito neste trabalho, inserido na área meandrada do rio, com forte sinuosidade, com a presença de vários pontos de extração de areia.

Nota-se, ainda, a ocupação urbana em áreas abandonadas pela atividade mineraria, com o aterramento das cavas e várzeas ao longo da calha do rio, onde bairros inteiros foram construídos, e a instalação de equipamentos de serviços públicos de infra-estrutura, tais como: escolas, universidades, parque tecnológico, condomínios fechados de alto padrão e outros, o que aumenta em muito a densidade demográfica no local.

Os dados da série histórica revelam que, o consumo de oxigênio nas águas do rio é grande, conforme o gráfico da série, onde se observa que a maioria das medições de OD está abaixo do limite estabelecido pela legislação.

Esta situação indica claramente a dificuldade de o rio, neste local, degradar matéria orgânica devida à baixa velocidade e à falta de corredeiras, que ajudam a oxigenação da água.

Talvez, este local, de trecho meandrado haja o início da piora da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul, pois o município de São José dos Campos trata apenas 46% de seus esgotos domésticos, o que deixa o rio

fragilizado, sem o tempo necessário para se recuperar; a morfologia fluvial é desfavorável. Acrescente-se a isto, o forte impacto antrópico que sofre desde Jacareí, e que marca o início do trecho meandrado.

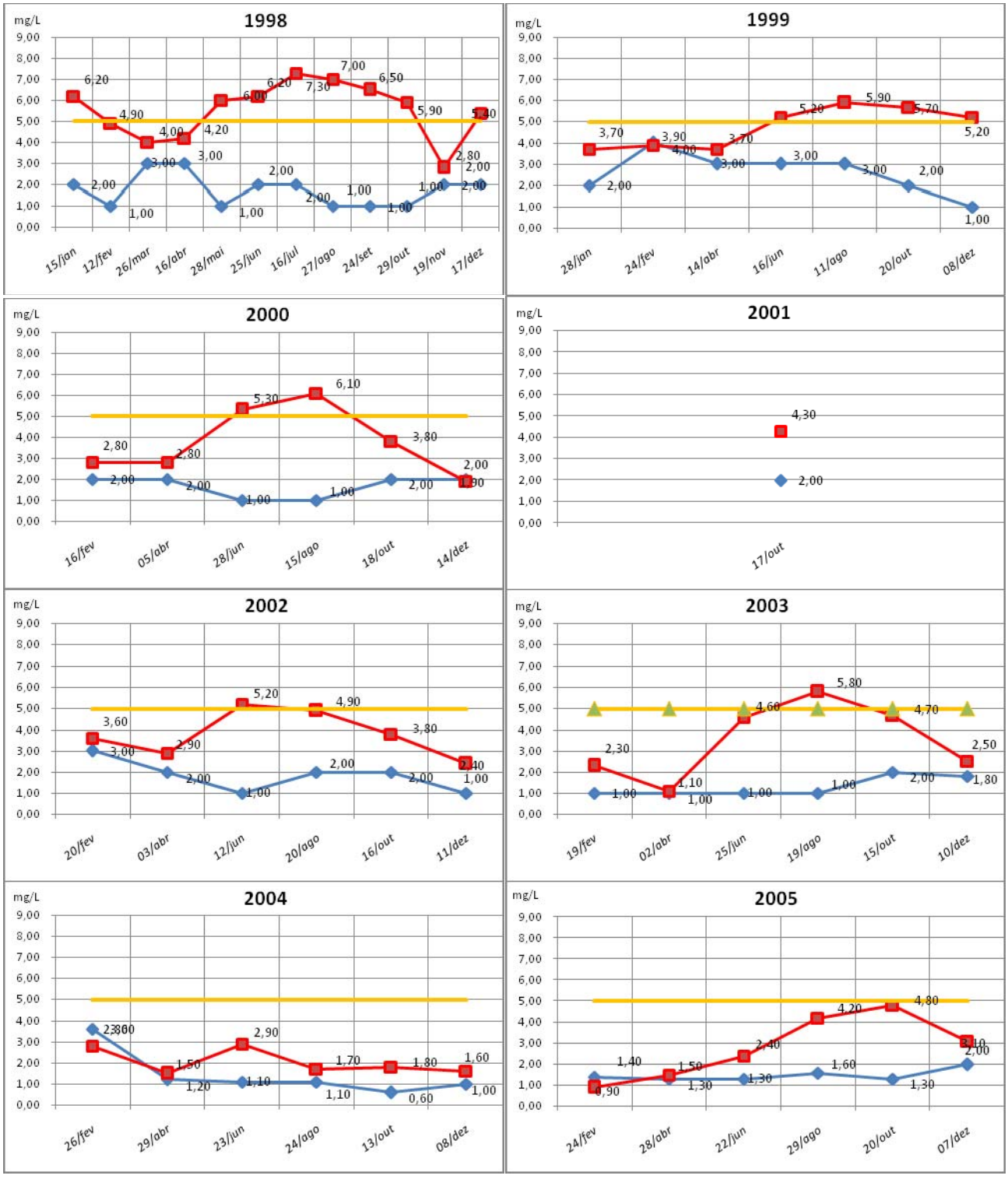
Tabela 16 - Série PARB02300

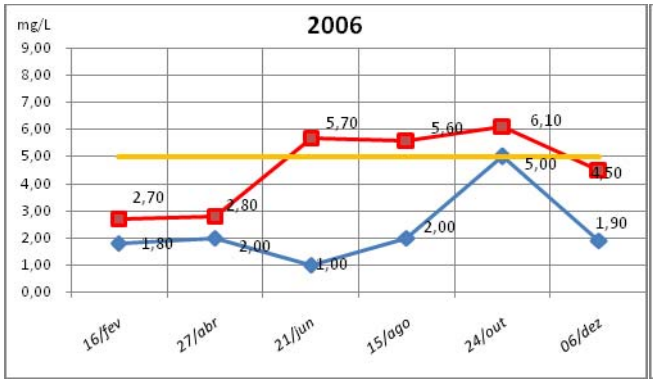
Cód	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
219	PARB02300	01/98	2,00	6,20
		02/98	1,00	4,90
		03/98	3,00	4,00
		04/98	3,00	4,20
		05/98	< 1,00	6,00
		06/98	2,00	6,20
		07/98	2,00	7,30
		08/98	1,00	7,00
		09/98	1,00	6,50
		10/98	1,00	5,90
		11/98	2,00	2,80
		12/98	2,00	5,40
219	PARB02300	01/99	2,00	3,70
		02/99	4,00	3,90
		04/99	3,00	3,70
		06/99	< 3,00	5,20
		08/99	3,00	5,90
		10/99	2,00	5,70
		12/99	1,00	5,20
219	PARB02300	02/00	2,00	2,80
		04/00	2,00	2,80
		06/00	1,00	5,30
		08/00	1,00	6,10
		10/00	2,00	3,80
		12/00	2,00	1,90
219	PARB02300	10/01	2,00	4,30
219	PARB02300	02/02	3,00	3,60
		04/02	2,00	2,90
		06/02	1,00	5,20
		08/02	2,00	4,90
		10/02	2,00	3,80
		12/02	1,00	2,40

Cód	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
219	PARB02300	02/03	1,00	2,30
		04/03	1,00	1,10
		06/03	1,00	4,60
		08/03	1,00	5,80
		10/03	2,00	4,70
		12/03	1,80	2,50
219	PARB02300	02/04	3,60	2,80
		04/04	1,20	1,50
		06/04	1,10	2,90
		08/04	1,10	1,70
		10/04	0,60	1,80
		12/04	1,00	1,60
219	PARB02300	02/05	1,40	0,90
		04/05	1,30	1,50
		06/05	1,30	2,40
		08/05	1,60	4,20
		10/05	1,30	4,80
		12/05	2,00	3,10
219	PARB02300	02/06	1,80	2,70
		04/06	2,00	2,80
		06/06	1,00	5,70
		08/06	< 2,00	5,60
		10/06	< 5,00	6,10
		12/06	1,90	4,50
219	PARB02300	02/07	1,50	3,90
		04/07	1,30	4,70
		06/07	< 2,00	5,80
		08/07	< 2,00	6,90
		10/07	< 2,00	6,00
		12/07	2,00	3,60

Fonte: Banco de dados Interáguas - CETESB (2007)

Gráfico 17 - Série PARB02300




2006
mg/L
9,00
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
2,70
2,80
5,70
5,60
6,10
4,50
1,80
2,00
1,00
2,00
5,00
1,90
16/fev
27/abr
21/jun
15/ago
24/out
06/dez

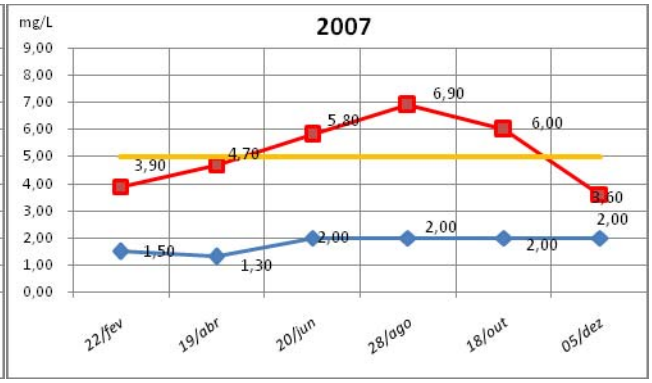
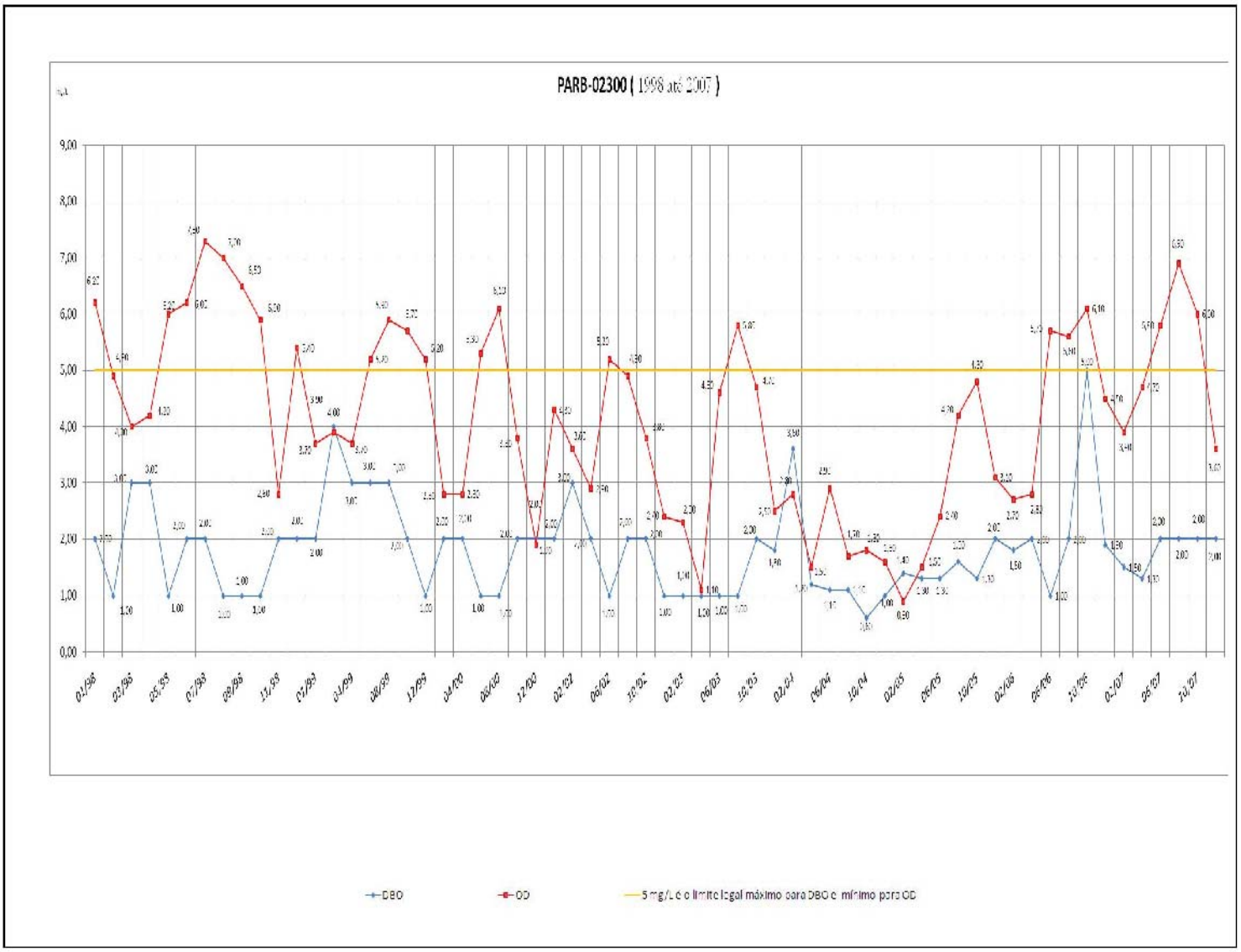

2007
mg/L
9,00
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
3,90
4,70
5,80
6,90
6,00
3,60
1,50
1,30
2,00
2,00
2,00
2,00
22/fev
19/abr
20/jun
28/ago
18/out
05/dez

Gráfico 18 - PARB02300 -



PARB 02310 – Captação de São José dos Campos

Este ponto possui as mesmas características do PARB 02300, em virtude da pouca distância entre eles. A captação é realizada através de um braço de rio. O oxigênio dissolvido dentro deste braço, mantém-se com uma média, durante o período monitorado constante neste trabalho, abaixo dos 5 mg/L, que são exigidos para rios classificados como classe 02, conforme as legislações estadual e federal.

Esta situação não representa exatamente a qualidade do rio Paraíba do Sul, pois as amostras de água são realizadas em ambiente lêntico, que pode causar a depleção de oxigênio em função da temperatura da água, e da temperatura ambiente. Esta situação provoca variações sempre para baixo da média quando há um grande período de estiagem.

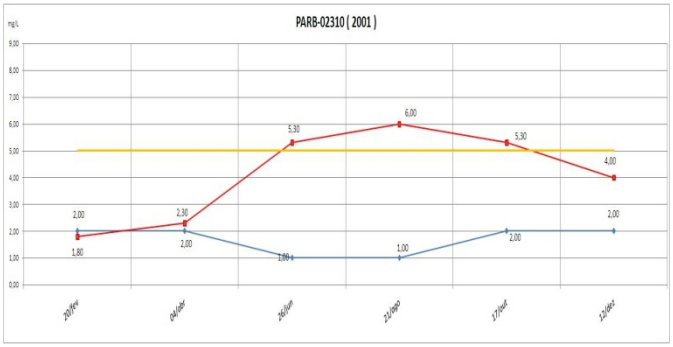
Os despejos industriais, até este local, contribuem para a variabilidade dos parâmetros analisados, em virtude de o rio Paraíba do Sul já acumular todos os despejos provenientes da montante.

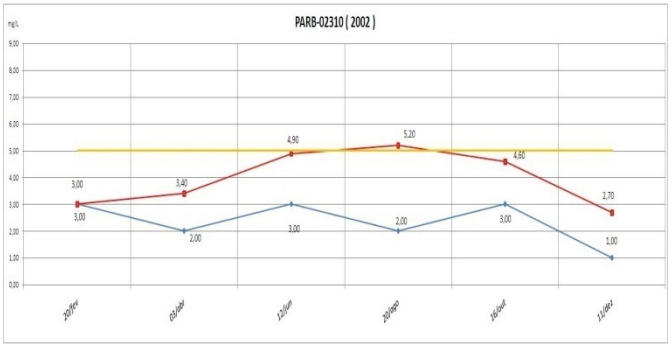
Tabela 17 - PARB02310

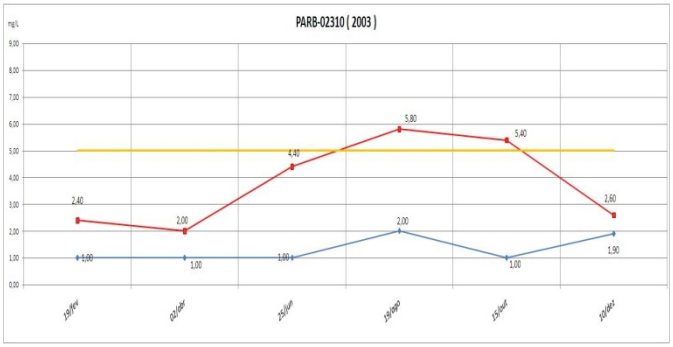
Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
2001	PARB02310	20-fev-01	2,00	1,80
		4-abr-01	2,00	2,30
		26-jun-01	1,00	5,30
		21-ago-01	1,00	6,00
		17-out-01	2,00	5,30
		12-dez-01	2,00	4,00
2002	PARB02310	20-fev-02	3,00	3,00
		3-abr-02	2,00	3,40
		12-jun-02	3,00	4,90
		20-ago-02	2,00	5,20
		16-out-02	3,00	4,60
		11-dez-02	1,00	2,70
2003	PARB02310	19-fev-03	1,00	2,40
		2-abr-03	1,00	2,00
		25-jun-03	1,00	4,40
		19-ago-03	2,00	5,80
		15-out-03	1,00	5,40
		10-dez-03	1,90	2,60
2004	PARB02310	26-fev-04	3,20	2,80
		29-abr-04	1,00	2,10
		23-jun-04	0,90	3,20
		24-ago-04	1,00	3,00
		13-out-04	0,50	3,80
		8-dez-04	2,00	1,70
2005	PARB02310	24-fev-05	2,00	2,20
		28-abr-05	1,50	1,80
		22-jun-05	1,30	2,50
		29-ago-05	0,70	4,30
		20-out-05	0,90	4,40
		7-dez-05	1,00	3,70
2006	PARB02310	16-fev-06	5,30	3,20
		27-abr-06	2,00	3,00
		21-jun-06	1,00	5,40
		15-ago-06	< 2,00	5,80
		24-out-06	< 2,00	6,00
		6-dez-06	1,40	4,60
2007	PARB02310	22-fev-07	2,40	11,00
		19-abr-07	1,60	5,90
		20-jun-07	< 2,00	5,80
		28-ago-07	< 2,00	7,90
		17-out-07	< 2,00	6,30
		5-dez-07	< 2,00	3,40

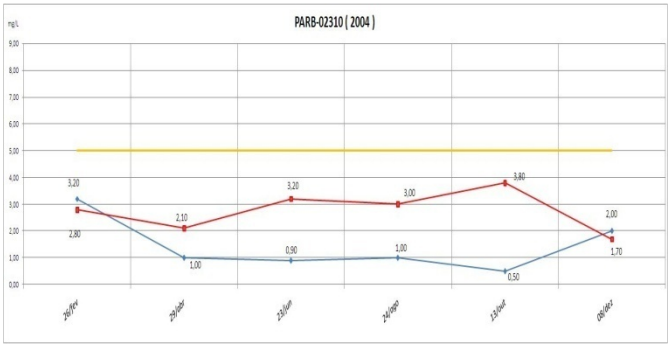
Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

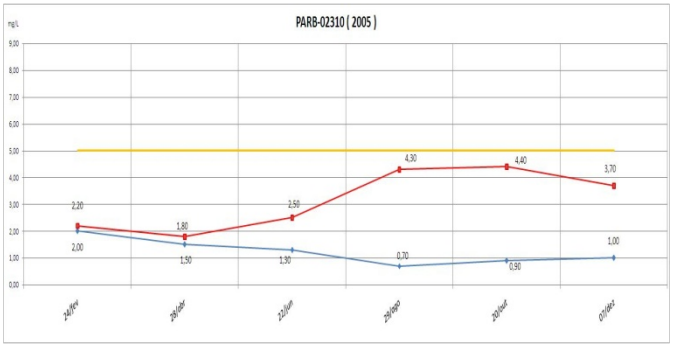
Gráfico 19 - Série PARB02310

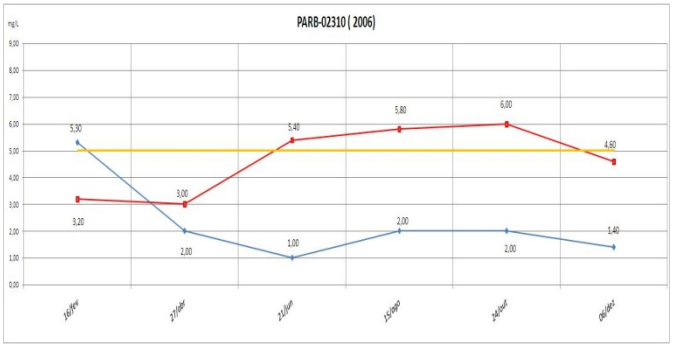


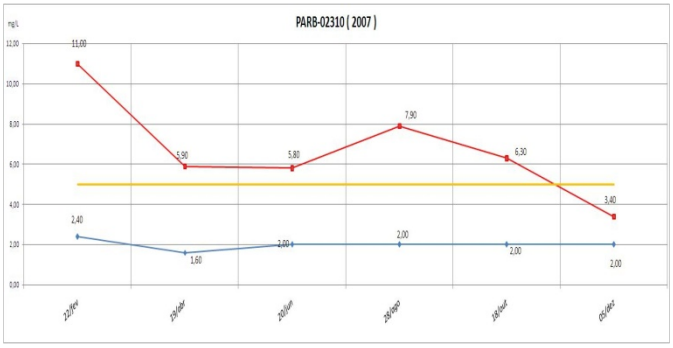






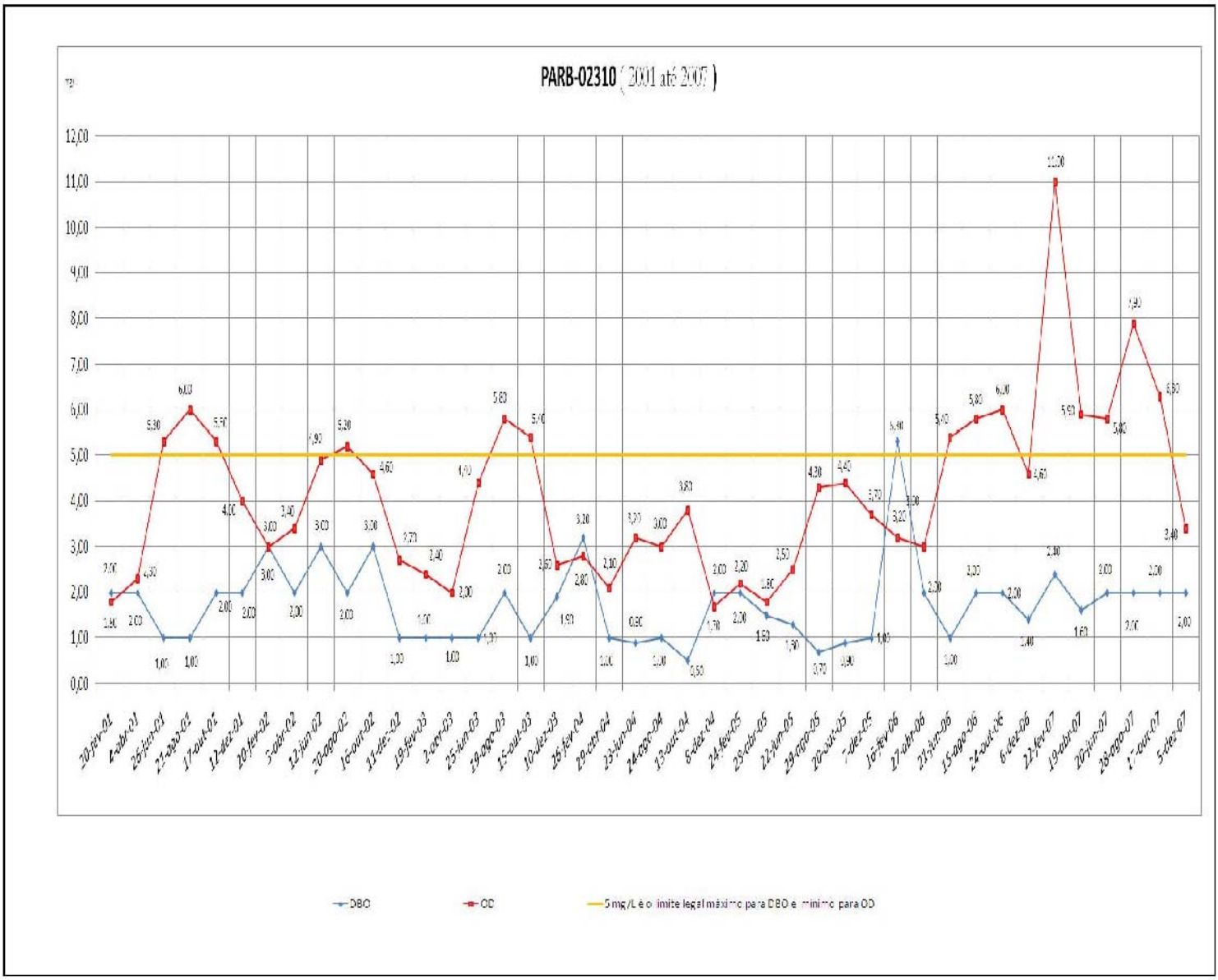






DBO OD 5 mg/L é o limite legal máximo para DBO e mínimo para OD

Gráfico 20 - PARB02310



PARB 02400 – Rua do Porto em Caçapava

Neste ponto o rio já encontra dificuldades para manter o nível de OD, dentro dos padrões aceitáveis para a manutenção do ecossistema aquático, devido à alta carga orgânica de esgotos domésticos e industriais que recebe dos municípios, a montante do local, ao longo do percurso.

O rio mantém ainda, alta sinuosidade e com gradiente de velocidade baixo, condições estas, que dificultam a autodepuração da água, com agravante de que, neste trecho meandrado, a calha do rio é mais estreita e o corpo d'água menos caudaloso e sem a proteção da mata ciliar, quase inexistente devido ao uso e ocupação irregulares do solo.

Portanto, a morfologia fluvial favorece a concentração de poluentes, e diminui a capacidade de degradação da matéria orgânica, o que deixa o rio em situação muito frágil, podendo entrar em processo de eutrofização muito rapidamente no trecho meandrado.

Tabela 18 - PARB02400

Ano	Ponto	Data	DBO	OD
1998	PARB02400	15-jan-98	2,00	4,40
		12-fev-98	1,00	2,60
		26-mar-98	1,00	4,00
		16-abr-98	3,00	0,40
		28-mai-98	1,00	3,80
		25-jun-98	3,00	4,00
		16-jul-98	2,00	5,80
		27-ago-98	2,00	5,50
		24-set-98	2,00	4,50
		29-out-98	3,00	5,10
		19-nov-98	2,00	2,50
		17-dez-98	2,00	4,00
1999	PARB02400	28-jan-99	2,00	3,70
		24-fev-99	4,00	3,90
		14-abr-99	3,00	3,70
		16-jun-99	< 3,00	5,20
		11-ago-99	3,00	5,90
		20-out-99	2,00	5,70
		8-dez-99	1,00	5,20
2000	PARB02400	16-fev-00	2,00	1,60
		5-abr-00	1,00	2,60
		28-jun-00	3,00	3,90
		15-ago-00	1,00	3,90
		18-out-00	2,00	3,50
		14-dez-00	2,00	2,40
2001	PARB02400	20-fev-01	4,00	2,90
		4-abr-01	1,00	2,20
		26-jun-01	1,00	4,80
		21-ago-01	2,00	5,10
		17-out-01	2,00	2,40
		12-dez-01	2,00	3,20
2002	PARB02400	20-fev-02	2,00	2,20
		3-abr-02	2,00	2,30
		12-jun-02	< 1,00	3,00
		20-ago-02	3,00	3,40
		16-out-02	2,00	2,40
		11-dez-02	3,00	2,30

Ano	Ponto	Data	DBO	OD
2003	PARB02400	19-fev-03	1,00	1,00
		2-abr-03	1,00	1,10
		25-jun-03	1,00	3,00
		19-ago-03	2,00	3,30
		15-out-03	2,00	3,40
		10-dez-03	1,70	1,00
2004	PARB02400	26-fev-04	3,20	3,00
		29-abr-04	1,10	1,50
		23-jun-04	3,40	1,30
		24-ago-04	1,30	1,20
		13-out-04	2,50	2,00
		8-dez-04	2,00	0,78
2005	PARB02400	24-fev-05	7,00	1,70
		28-abr-05	1,10	2,80
		22-jun-05	4,50	2,10
		29-ago-05	2,90	4,00
		20-out-05	1,50	3,50
		7-dez-05	4,00	3,90
2006	PARB02400	16-fev-06	4,20	3,50
		27-abr-06	3,00	3,40
		21-jun-06	1,00	4,20
		15-ago-06	2,00	4,80
		24-out-06	4,00	4,30
		6-dez-06	5,30	2,00
2007	PARB02400	22-fev-07	2,30	1,80
		19-abr-07	1,80	3,00
		20-jun-07	< 2,00	4,20
		28-ago-07	< 2,00	4,40
		18-out-07	< 2,00	3,40
		5-dez-07	2,00	2,30

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 21 - Série PARB02400

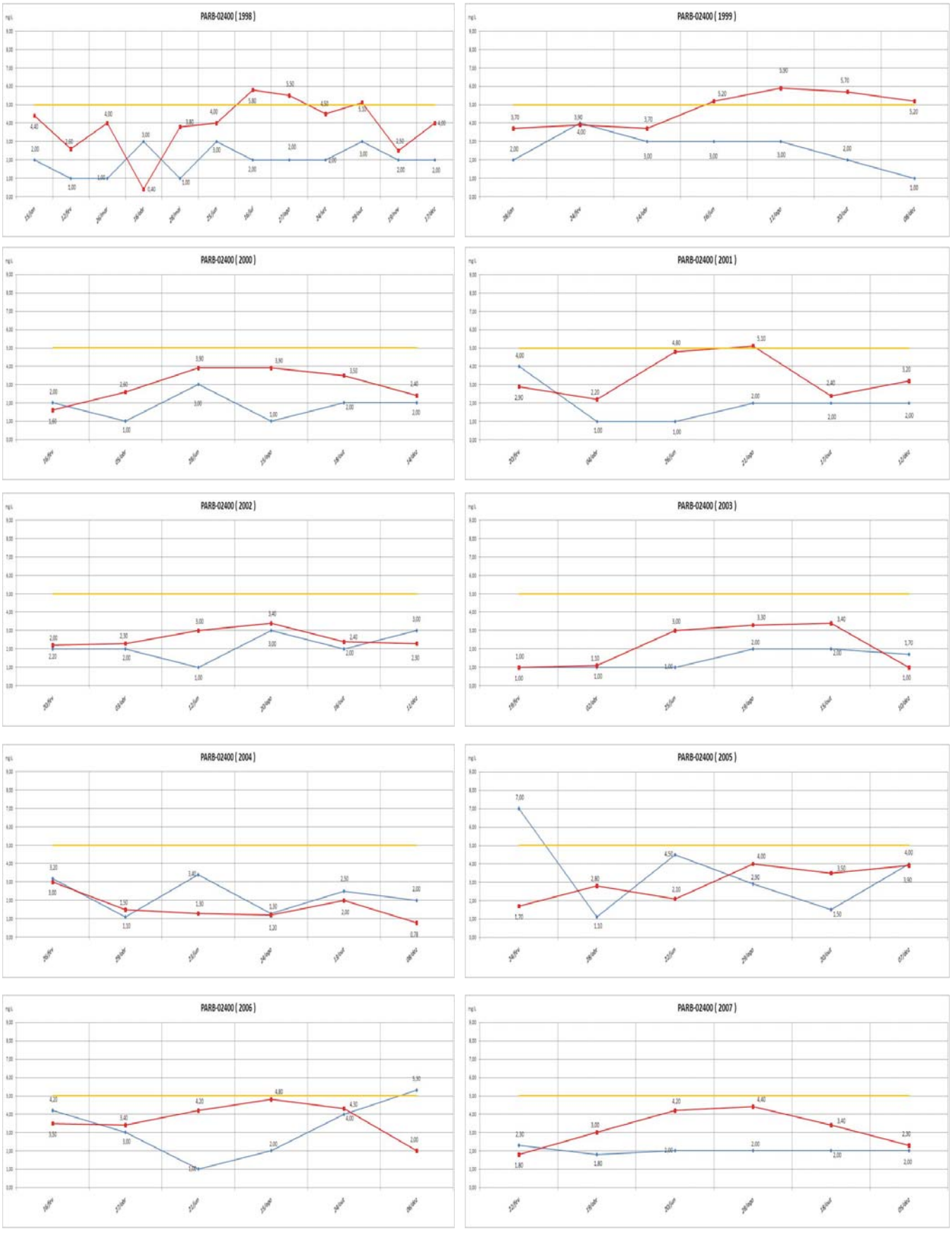
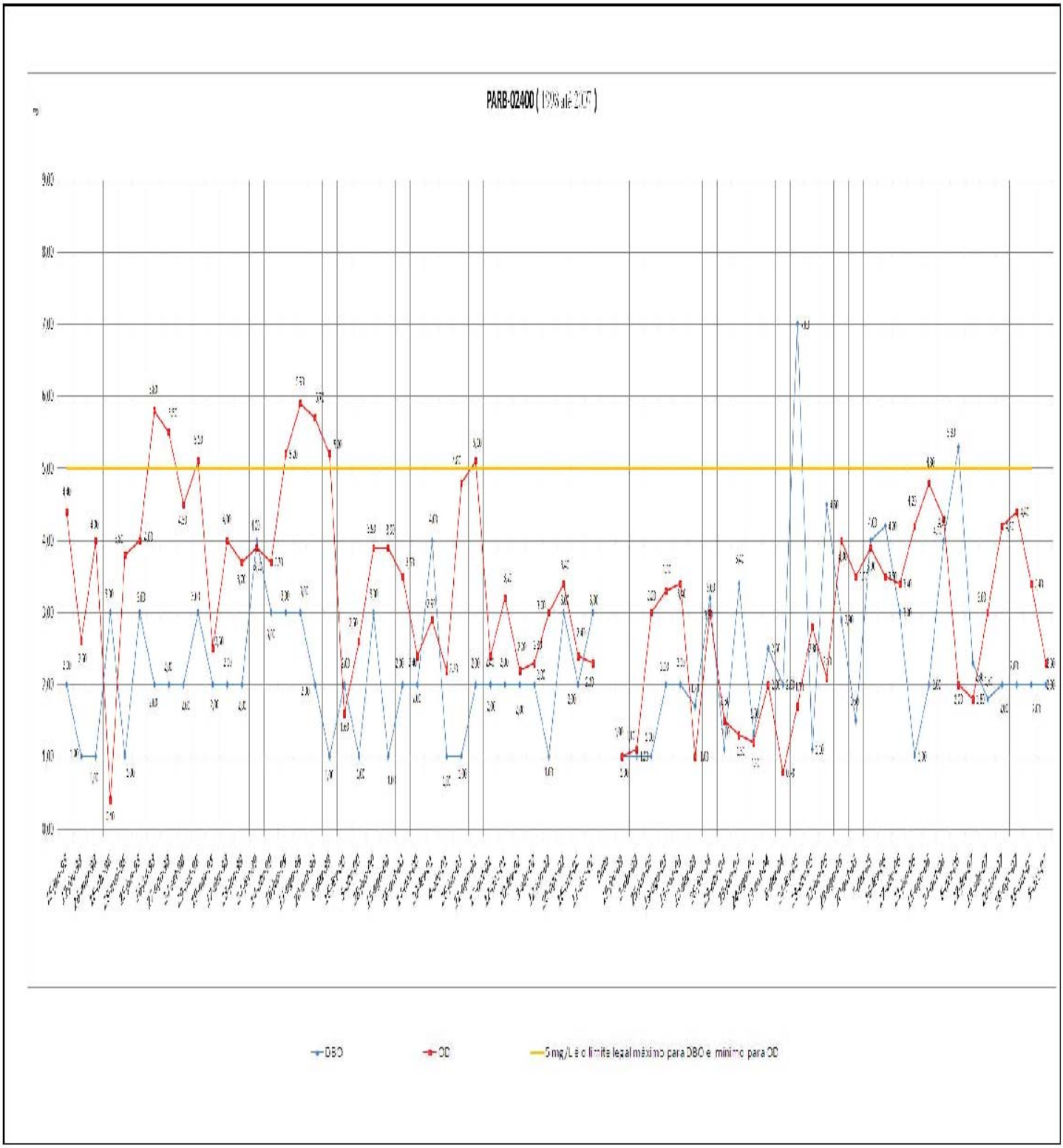


Gráfico 22 - PARB02400



PARB 02490 – Captação de Tremembé

Neste ponto, o rio Paraíba do Sul começa perder um pouco a sinuosidade mais acentuada, até os limites de Pindamonhangaba. É o início do fim do trecho mais crítico em relação a sua morfologia fluvial.

Salienta-se, ainda, uma maior distância entre as suas margens e começa a se tornar mais caudaloso, o que acelera o processo natural de autodepuração, situação que, ocasiona melhora acentuada da DBO do OD a partir deste local, conforme os dados expressos nas tabelas, e representados no gráfico geral deste ponto de monitoramento. Nele os parâmetros analisados estão de acordo com os valores estabelecidos em lei, mantendo o padrão durante quase todo o período estudado.

Deve-se atentar para a tendência dos valores de OD, que a partir do ano de 2002, se mostram em acentuado declínio, sugerindo que o rio neste local, sofre ainda as consequências das descargas de esgotos até então lançadas nos corpos de água da bacia.

Tabela 19 - PARB02490

Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
1998	PARB02490	15-jan-98	1,00	5,20
		12-fev-98	2,00	4,70
		26-mar-98	< 1,00	5,00
		16-abr-98	2,00	4,50
		28-mai-98	1,00	5,90
		25-jun-98	3,00	6,00
		16-jul-98	2,00	6,80
		27-ago-98	2,00	6,10
		24-set-98	2,00	5,80
		29-out-98	2,00	6,00
		19-nov-98	2,00	5,00
		17-dez-98	2,00	5,20
1999	PARB02490	28-jan-99	2,00	5,40
		24-fev-99	8,00	4,40
		14-abr-99	3,00	9,00
		16-jun-99	< 3,00	6,80
		11-ago-99	3,00	7,20
		20-out-99	2,00	6,80
		8-dez-99	1,00	6,20
2000	PARB02490	16-fev-00	2,00	6,00
		5-abr-00	2,00	6,70
		28-jun-00	2,00	7,30
		15-ago-00	1,00	7,90
		18-out-00	1,00	6,00
		14-dez-00	3,00	5,40
2001	PARB02490	20-fev-01	2,00	5,50
		4-abr-01	2,00	5,50
		26-jun-01	1,00	6,20
		21-ago-01	2,00	7,60
		17-out-01	2,00	5,40
		12-dez-01	2,00	4,60
2002	PARB02490	20-fev-02	2,00	4,90
		3-abr-02	2,00	6,90
		12-jun-02	< 1,00	6,40
		20-ago-02	2,00	5,80
		16-out-02	2,00	4,80
		11-dez-02	1,00	3,70
2003	PARB02490	19-fev-03	1,00	3,50
		2-abr-03	1,00	3,50
		25-jun-03	1,00	5,10
		19-ago-03	1,00	5,70
		15-out-03	1,00	4,40
		10-dez-03	1,80	4,00
2004	PARB02490	26-fev-04	2,70	3,20
		29-abr-04	1,00	3,60
		23-jun-04	0,80	4,90
		24-ago-04	0,50	5,00
		13-out-04	0,50	4,70
		8-dez-04	1,00	4,20
2005	PARB02490	24-fev-05	2,60	2,50
		28-abr-05	1,10	4,60
		22-jun-05	1,10	4,80
		29-ago-05	< 0,20	4,50
		20-out-05	< 0,80	4,40
		7-dez-05	1,00	3,90
2006	PARB02490	16-fev-06	1,30	3,80
		27-abr-06	2,00	5,40
		21-jun-06	1,00	5,90
		15-ago-06	< 2,00	5,70
		24-out-06	< 2,00	5,40
		6-dez-06	1,40	3,90
2007	PARB02490	22-fev-07	0,90	4,70
		19-abr-07	0,40	4,90
		20-jun-07	< 2,00	5,40
		28-ago-07	< 2,00	5,30
		18-out-07	< 2,00	4,20
		5-dez-07	2,00	4,90

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 23 - Série PARB02490

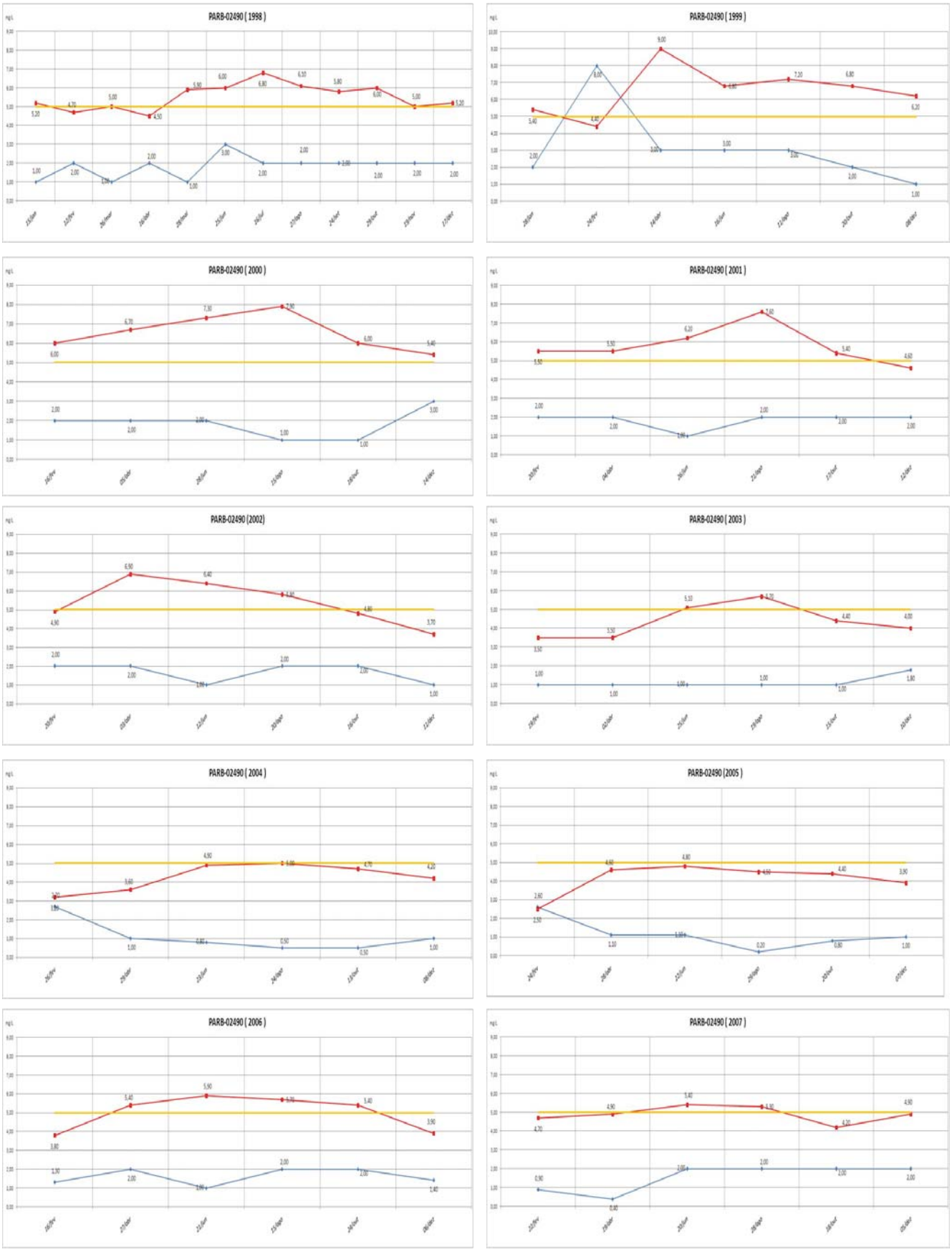
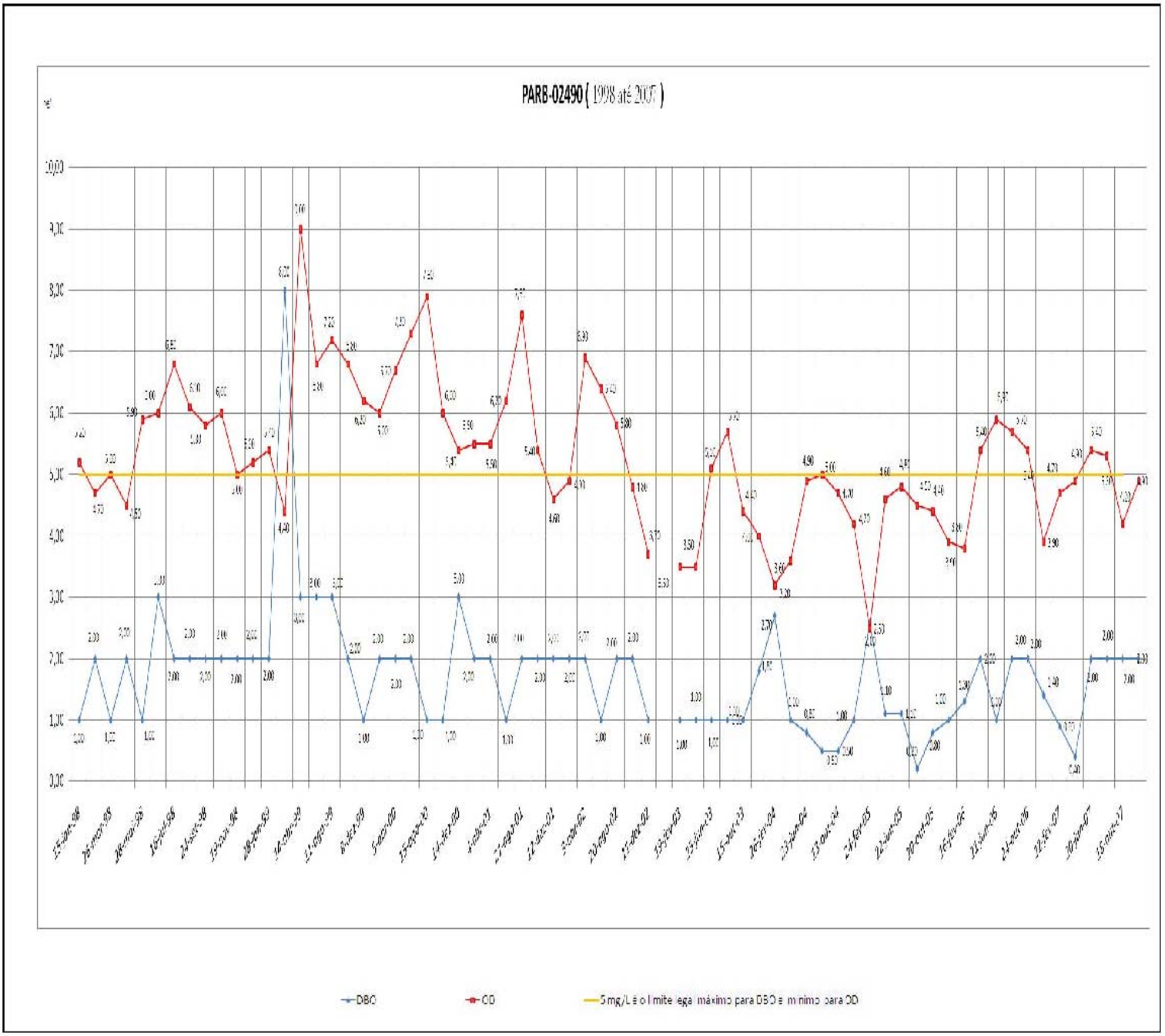


Gráfico 24 - PARB02490



PARB 02530 – Captação de Pindamonhangaba

O rio Paraíba, neste trecho, já apresenta um número de satisfatório de corredeiras para a re-oxigenação das águas que chegam até a captação do município de Pindamonhangaba. Os valores registrados, durante a série histórica, mantém sem grandes variações e dentro das faixas recomendadas na legislação.

O fato demonstra que, o rio, mesmo após atravessar a área de maior densidade demográfica e concentração de industrial da bacia hidrográfica do rio Paraíba do sul, no trecho paulista, com grande potencial poluidor, e em que a morfologia fluvial é desfavorável (trecho meandrado), possui capacidade de recuperação, ou seja, desde que nos lançamentos feitos se respeitem as características geomorfológicas da região, associadas à legislação vigente o rio pode ser protegido e recuperado.

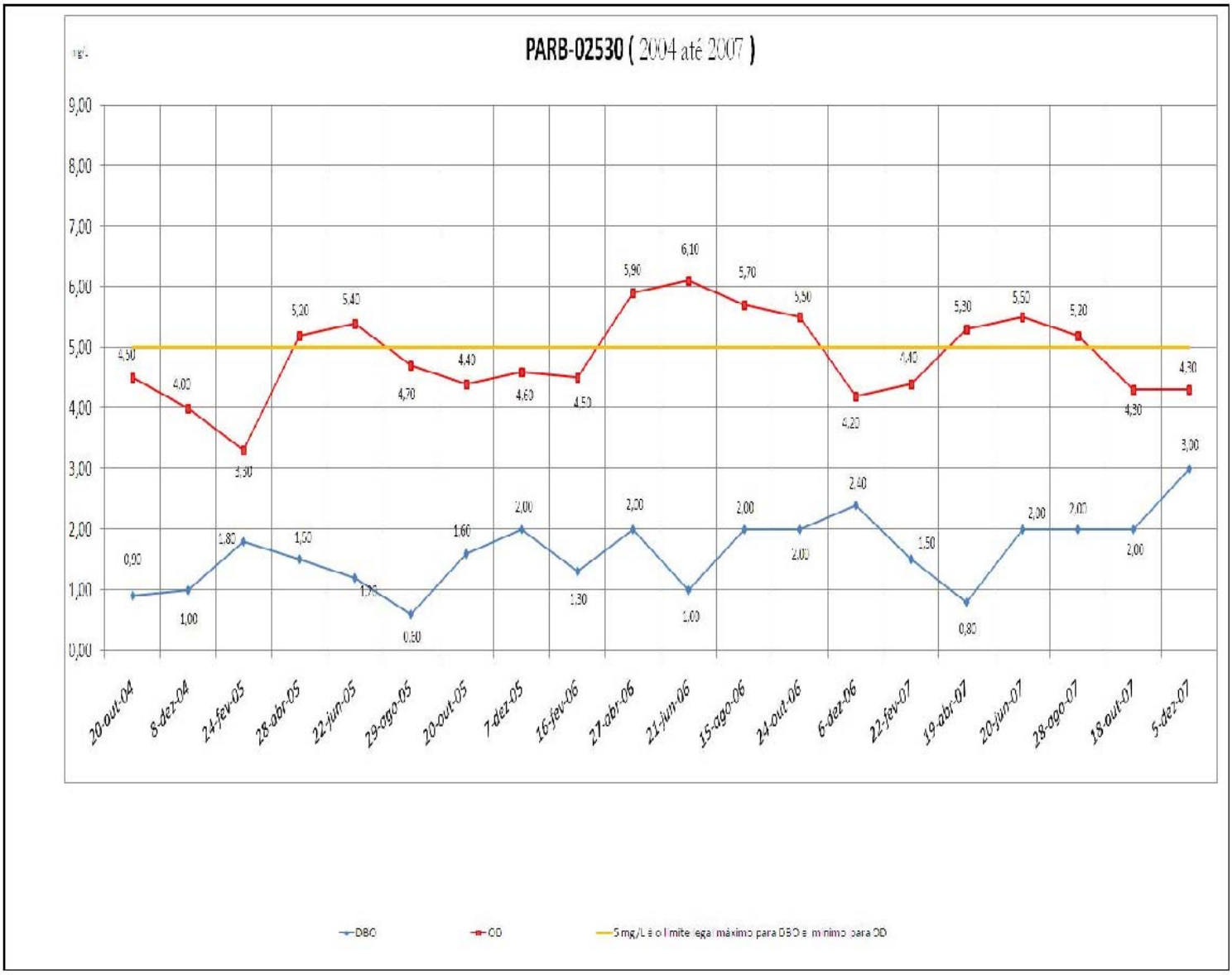
Tabela 20 - PARB02530

Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
2004	PARB02530	20-out-04	0,90	4,50
		8-dez-04	1,00	4,00
2005	PARB02530	24-fev-05	1,80	3,30
		28-abr-05	1,50	5,20
		22-jun-05	1,20	5,40
		29-ago-05	0,60	4,70
		20-out-05	1,60	4,40
		7-dez-05	2,00	4,60
2006	PARB02530	16-fev-06	1,30	4,50
		27-abr-06	2,00	5,90
		21-jun-06	1,00	6,10
		15-ago-06	< 2,00	5,70
		24-out-06	< 2,00	5,50
		6-dez-06	2,40	4,20
2007	PARB02530	22-fev-07	1,50	4,40
		19-abr-07	0,80	5,30
		20-jun-07	< 2,00	5,50
		28-ago-07	< 2,00	5,20
		18-out-07	< 2,00	4,30
		5-dez-07	3,00	4,30

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 25 - Série PARB02530

Gráfico 26 - PARB02530



PARB 02600 – Captação de Aparecida

É nesta região, que marca o fim do trecho meandrado, que no estudo chega até o município de Roseira, o ponto esta localizado na área urbana do município de Aparecida, logo, é natural que sofra a influência da poluição gerada na cidade, tanto para os esgotos domésticos, quanto para poluição difusa, material este que é carreado para o corpo d'água durante o período de chuvas.

Tal fato justifica a variação dos parâmetros durante o período, já que o rio ainda contém carga de matéria orgânica remanescente significativa dos trechos anteriores, carga esta, ainda não degradada naturalmente pelo processo de autodepuração.

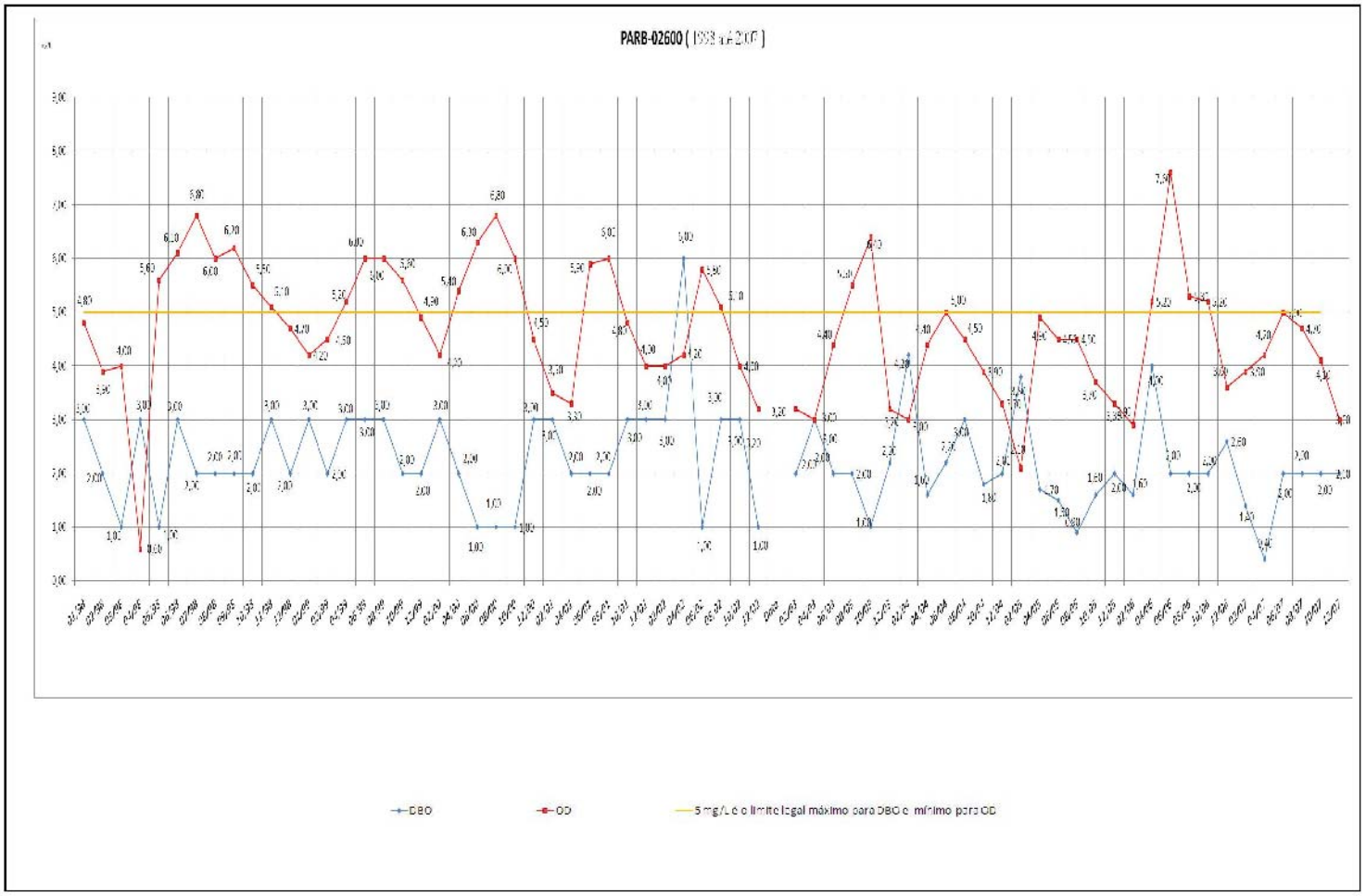
Tabela 21 - PARB02600

Ano	Ponto	Data	DBO	OD
1998	PARB02600	01/98	3,00	4,80
		02/98	2,00	3,90
		03/98	1,00	4,00
		04/98	3,00	0,60
		05/98	1,00	5,60
		06/98	3,00	6,10
		07/98	2,00	6,80
		08/98	2,00	6,00
		09/98	2,00	6,20
		10/98	2,00	5,50
		11/98	3,00	5,10
		12/98	2,00	4,70
1999	PARB02600	01/99	3,00	4,20
		02/99	2,00	4,50
		04/99	3,00	5,20
		06/99	< 3,00	6,00
		08/99	3,00	6,00
		10/99	2,00	5,60
		12/99	2,00	4,90
2000	PARB02600	02/00	3,00	4,20
		04/00	2,00	5,40
		06/00	1,00	6,30
		08/00	1,00	6,80
		10/00	1,00	6,00
		12/00	3,00	4,50
2001	PARB02600	02/01	3,00	3,50
		04/01	2,00	3,30
		06/01	2,00	5,90
		08/01	2,00	6,00
		10/01	3,00	4,80
		12/01	3,00	4,00
2002	PARB02600	02/02	3,00	4,00
		04/02	6,00	4,20
		06/02	< 1,00	5,80
		08/02	3,00	5,10
		10/02	3,00	4,00
		12/02	1,00	3,20
2003	PARB02600	02/03	2,00	3,20
		04/03	3,00	3,00
		06/03	2,00	4,40
		08/03	2,00	5,50
		10/03	1,00	6,40
		12/03	2,20	3,20
2004	PARB02600	02/04	4,20	3,00
		04/04	1,60	4,40
		06/04	2,20	5,00
		08/04	3,00	4,50
		10/04	1,80	3,90
		12/04	2,00	3,30
2005	PARB02600	02/05	3,80	2,10
		04/05	1,70	4,90
		06/05	1,50	4,50
		08/05	0,90	4,50
		10/05	1,60	3,70
		12/05	2,00	3,30
2006	PARB02600	02/06	1,60	2,90
		04/06	4,00	5,20
		06/06	2,00	7,60
		08/06	< 2,00	5,30
		10/06	< 2,00	5,20
		12/06	2,60	3,60
2007	PARB02600	02/07	1,40	3,90
		04/07	0,40	4,20
		06/07	< 2,00	5,00
		08/07	< 2,00	4,70
		10/07	< 2,00	4,10
		12/07	2,00	3,00

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 27 – Série PARB02600

Gráfico 28 - PARB02600



PARB 02700 – Rodovia BR459 Lorena a Piquete

Após passar pelos municípios de Potim, Aparecida e Guaratinguetá (municípios estes que não tratam seus esgotos), nota-se, por meio do gráfico da série, que a oscilação do OD, se mostra mais visível. Pode-se concluir, assim, que as cargas orgânicas de origem doméstica presentes no corpo d'água, demandam o consumo de oxigênio dissolvido por intensa atividade bacteriana, o que contribui para a degradação desse material.

Dessa forma, a DBO mantém-se dentro do padrão, mas o OD disponível é em parte consumido pela atividade microbiana, no processo de degradação, conforme é demonstrado pelo gráfico Isto justifica a manutenção da DBO em valores dentro do limite estabelecido, em contrapartida da queda do OD durante a avaliação da série histórica.

Tabela 22 - PARB02700

Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
1998	PARB02700	01/98	3,00	4,90
		02/98	2,00	4,70
		03/98	1,00	4,80
		04/98	3,00	5,40
		05/98	1,00	5,70
		06/98	3,00	5,90
		07/98	2,00	7,00
		08/98	2,00	5,70
		09/98	2,00	5,60
		10/98	2,00	5,90
		11/98	4,00	5,00
		12/98	2,00	5,00
1999	PARB02700	01/99	< 2,00	4,30
		02/99	3,00	4,50
		04/99	5,00	5,60
		06/99	8,00	6,00
		08/99	3,00	6,30
		10/99	2,00	5,50
		12/99	2,00	4,60
2000	PARB02700	02/00	2,00	4,40
		04/00	2,00	5,90
		06/00	1,00	6,20
		08/00	1,00	6,90
		10/00	2,00	5,60
		12/00	3,00	4,30
2001	PARB02700	02/01	3,00	3,90
		04/01	1,00	4,60
		06/01	1,00	6,20
		08/01	2,00	6,20
		10/01	2,00	4,80
		12/01	3,00	4,30

Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
2002	PARB02700	02/02	2,00	4,20
		04/02	3,00	4,50
		06/02	< 1,00	5,40
		08/02	2,00	4,90
		10/02	2,00	3,40
		12/02	1,00	3,40
2003	PARB02700	02/03	1,00	3,40
		04/03	1,00	3,50
		06/03	1,00	4,60
		08/03	1,00	4,70
		10/03	2,00	3,70
		12/03	3,20	3,00
2004	PARB02700	02/04	3,60	3,40
		04/04	1,70	5,10
		06/04	1,40	5,40
		08/04	1,50	4,20
		10/04	1,50	4,20
		12/04	1,00	3,50
2005	PARB02700	02/05	2,00	3,20
		04/05	1,30	5,20
		06/05	1,40	4,70
		08/05	1,00	4,50
		10/05	1,60	3,90
		12/05	2,00	4,00
2006	PARB02700	02/06	1,70	3,10
		04/06	2,00	5,10
		06/06	1,00	6,00
		08/06	< 2,00	5,60
		10/06	< 2,00	5,30
		12/06	2,30	3,70
2007	PARB02700	02/07	1,20	4,20
		04/07	0,90	4,30
		06/07	< 2,00	5,00
		08/07	< 2,00	4,70
		10/07	< 2,00	6,90
		12/07	< 2,00	3,00

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 29 - Série PARB02700

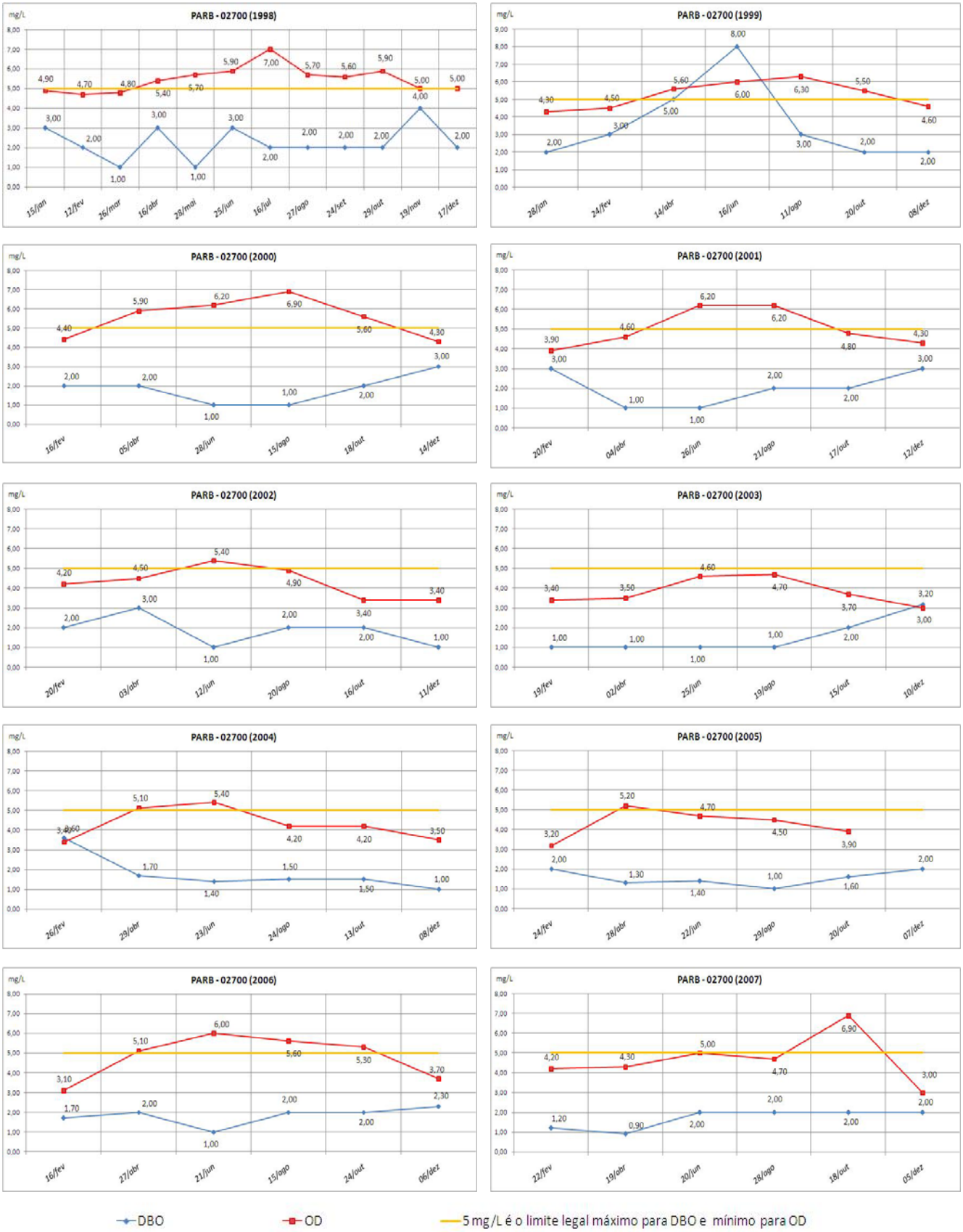
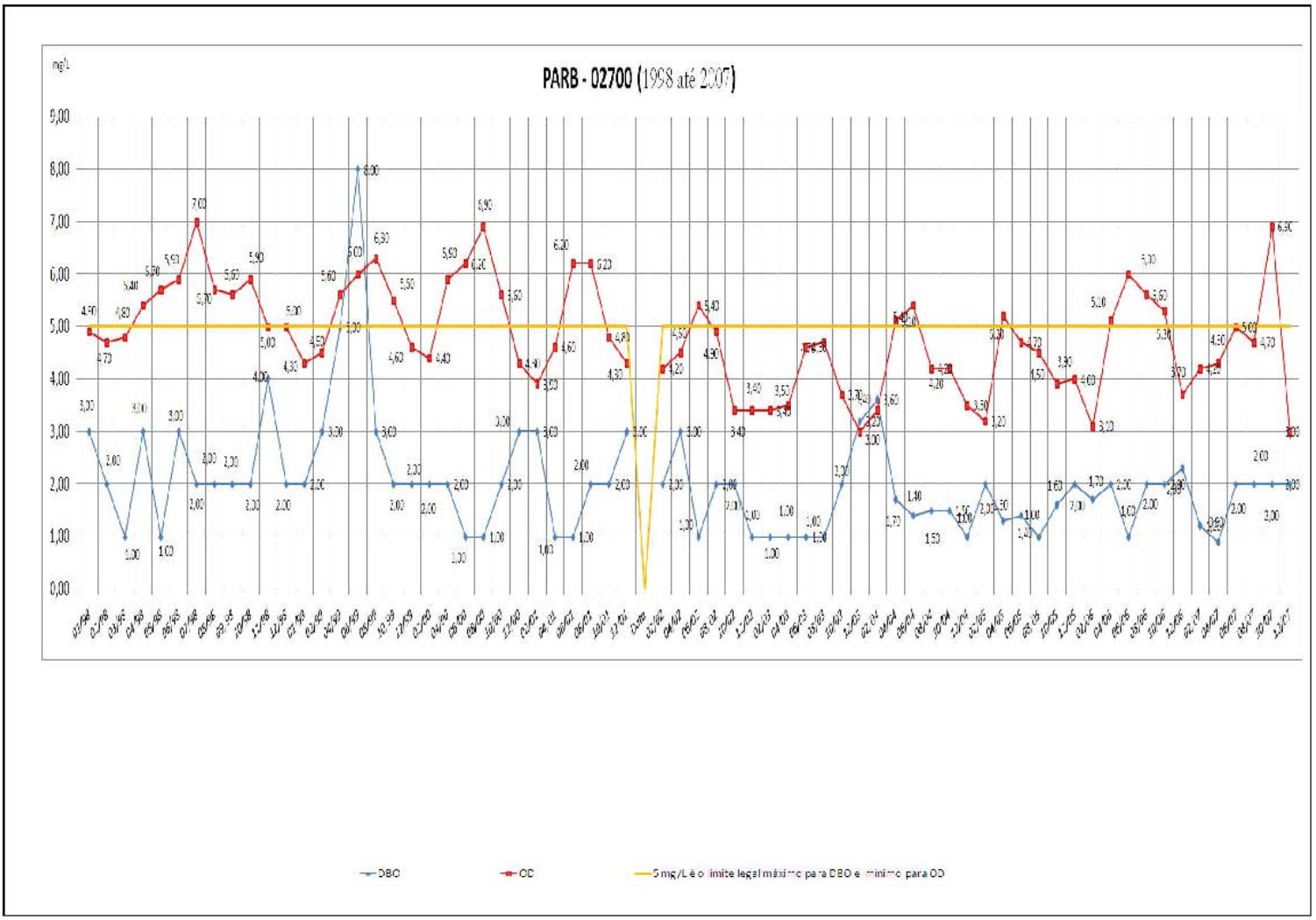


Gráfico 30 - PARB02700



PARB 02900 – Ponte no Município de Queluz

Este é o último ponto de monitoramento do rio Paraíba no trecho paulista, antes de o rio entrar na represa do Funil, e passar para o Estado do Rio de Janeiro. Ele representa a síntese da evolução da carga orgânica de origem doméstica alcançada na calha principal da bacia hidrográfica, desde o início na represa de Paraibuna até a cidade de Queluz.

Antes deste ponto, o rio recebe as cargas orgânicas domésticas dos municípios de Areias, Cachoeira Paulista, Cruzeiro, Lavrinhas, Piquete, Queluz, e ainda todo efluente industrial proveniente desde Guaratinguetá. No município de Cruzeiro, existe uma estação de monitoramento das águas do rio Paraíba do Sul, operada pelo INPE de Cachoeira Paulista.

A estação está localizada na altura do Km 25 do rio junto a empresa Maxion Componentes Estruturais Ltda., antiga Fábrica Nacional de Vagões.

Conforme já descrito no relatório de qualificação para a presente dissertação, foi realizada uma visita técnica ao INPE de Cachoeira Paulista, organizada pela Geógrafa Carmen Lúcia Vergueiro Midaglia, onde nos foi apresentado todo o instituto e o controle da estação; que até o dia da visita apresentava valores de DBO e OD, dentro dos padrões estabelecidos pelas legislações vigentes.

Em relação aos dados de monitoramento da série histórica que compõem este estudo, os valores obtidos durante os dez anos, apenas em três oportunidades a DBO ultrapassou o valor de 5 mg/L. E o OD em apenas uma vez.

Tais dados refletem as boas condições do rio, em relação à carga orgânica de origem doméstica, antes que o curso d'água dele entre na represa do Funil, antes, portanto de passar para o Estado do Rio de Janeiro com o controle da FEEMA, órgão ambiental daquele Estado.

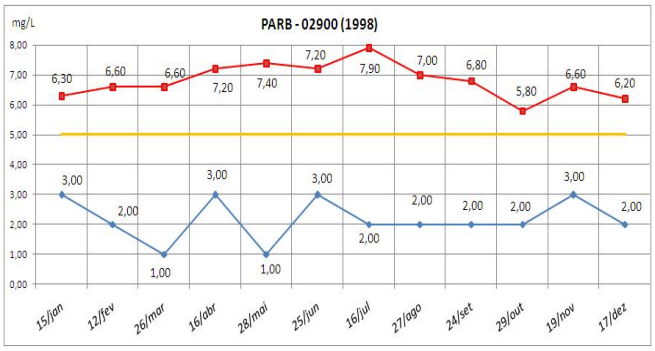
Tabela 23 - PARB02900

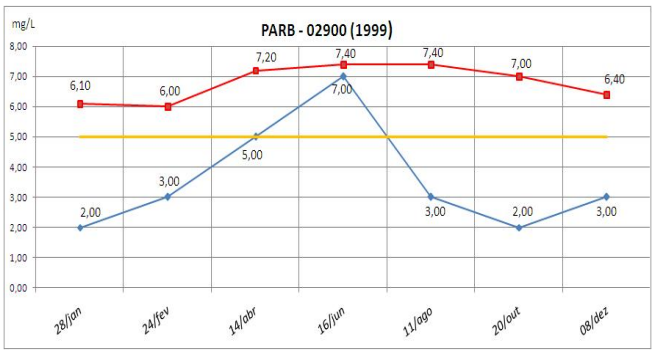
Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
1998	PARB02900	15-jan-98	3,00	6,30
		12-fev-98	2,00	6,60
		26-mar-98	1,00	6,60
		16-abr-98	3,00	7,20
		28-mai-98	1,00	7,40
		25-jun-98	3,00	7,20
		16-jul-98	2,00	7,90
		27-ago-98	2,00	7,00
		24-set-98	2,00	6,80
		29-out-98	2,00	5,80
		19-nov-98	3,00	6,60
		17-dez-98	2,00	6,20
1999	PARB02900	28-jan-99	< 2,00	6,10
		24-fev-99	3,00	6,00
		14-abr-99	5,00	7,20
		16-jun-99	7,00	7,40
		11-ago-99	3,00	7,40
		20-out-99	2,00	7,00
		8-dez-99	3,00	6,40
2000	PARB02900	16-fev-00	2,00	6,20
		5-abr-00	2,00	7,10
		28-jun-00	2,00	7,60
		15-ago-00	1,00	8,10
		18-out-00	2,00	7,10
		14-dez-00	4,00	5,30
2001	PARB02900	20-fev-01	3,00	5,90
		4-abr-01	1,00	6,30
		26-jun-01	1,00	7,40
		21-ago-01	2,00	7,50
		17-out-01	2,00	6,70
		12-dez-01	2,00	6,20
2002	PARB02900	20-fev-02	6,00	6,70
		3-abr-02	3,00	7,00
		12-jun-02	2,00	8,30
		20-ago-02	2,00	6,90
		16-out-02	2,00	6,70
		11-dez-02	1,00	6,00

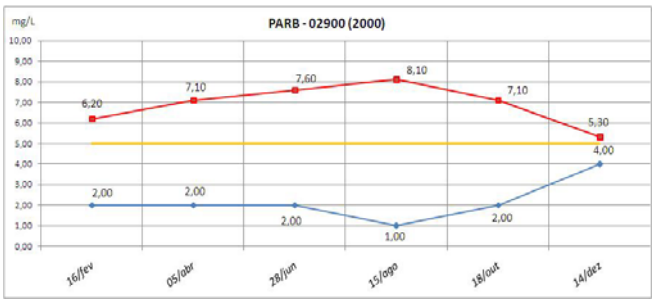
Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
2003	PARB02900	19-fev-03	1,00	6,30
		2-abr-03	2,00	5,80
		25-jun-03	1,00	7,20
		19-ago-03	2,00	7,70
		15-out-03	2,00	6,50
		10-dez-03	1,00	6,20
2004	PARB02900	26-fev-04	4,40	5,50
		29-abr-04	1,50	7,30
		23-jun-04	1,10	7,80
		24-ago-04	1,60	7,00
		13-out-04	0,50	7,00
		8-dez-04	1,00	6,70
2005	PARB02900	24-fev-05	0,40	6,50
		28-abr-05	1,60	7,40
		22-jun-05	1,30	7,50
		29-ago-05	0,90	6,80
		20-out-05	1,70	6,40
		7-dez-05	2,00	6,40
2006	PARB02900	16-fev-06	1,70	4,80
		27-abr-06	2,00	6,90
		21-jun-06	< 1,00	5,90
		15-ago-06	< 2,00	6,90
		24-out-06	< 2,00	6,90
		6-dez-06	1,90	6,10
2007	PARB02900	22-fev-07	1,80	6,20
		19-abr-07	0,40	6,60
		20-jun-07	< 2,00	7,30
		28-ago-07	< 2,00	7,00
		18-out-07	< 2,00	6,60
		5-dez-07	< 2,00	6,50

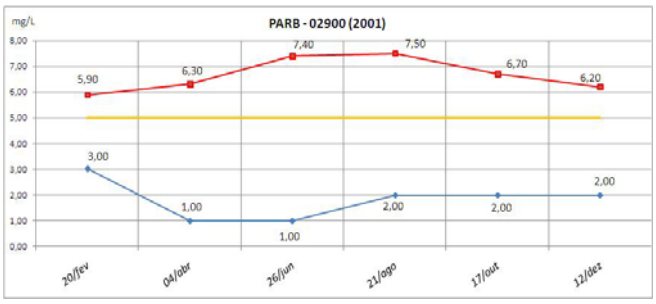
Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

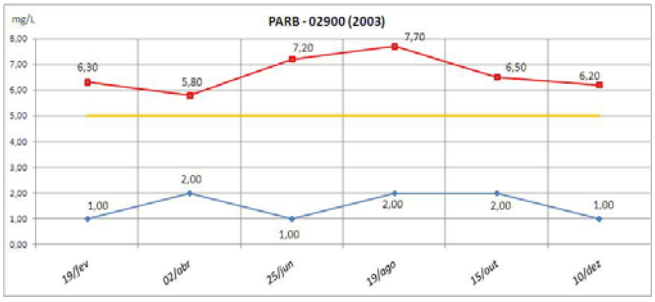
Gráfico 31 - Série PARB02900

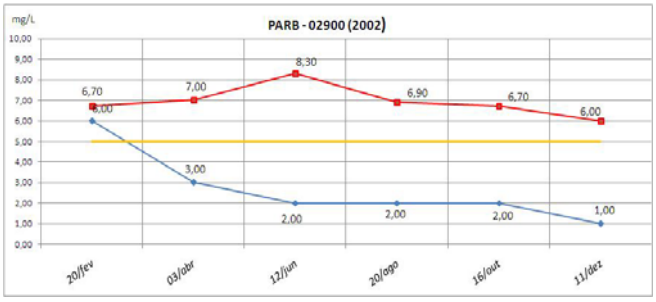


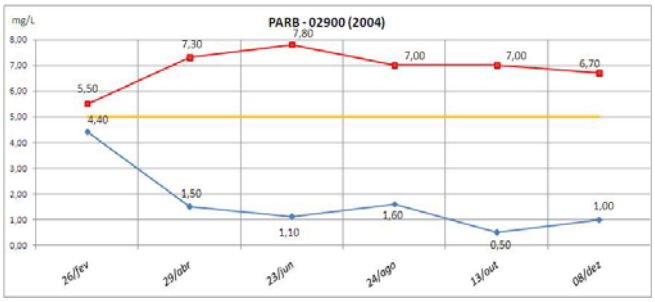


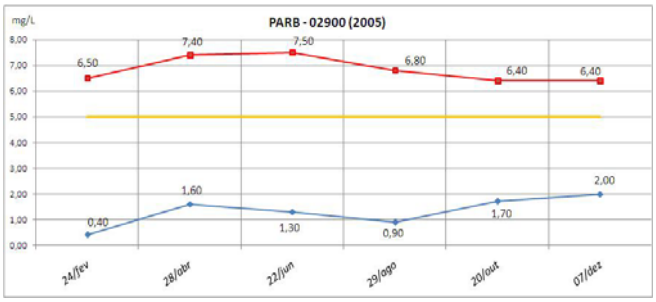


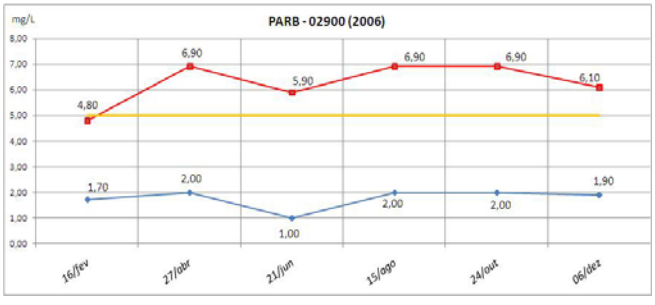


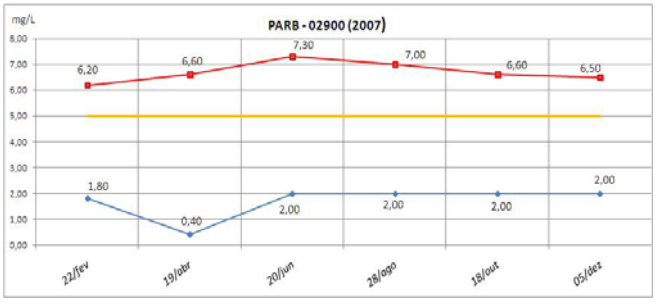






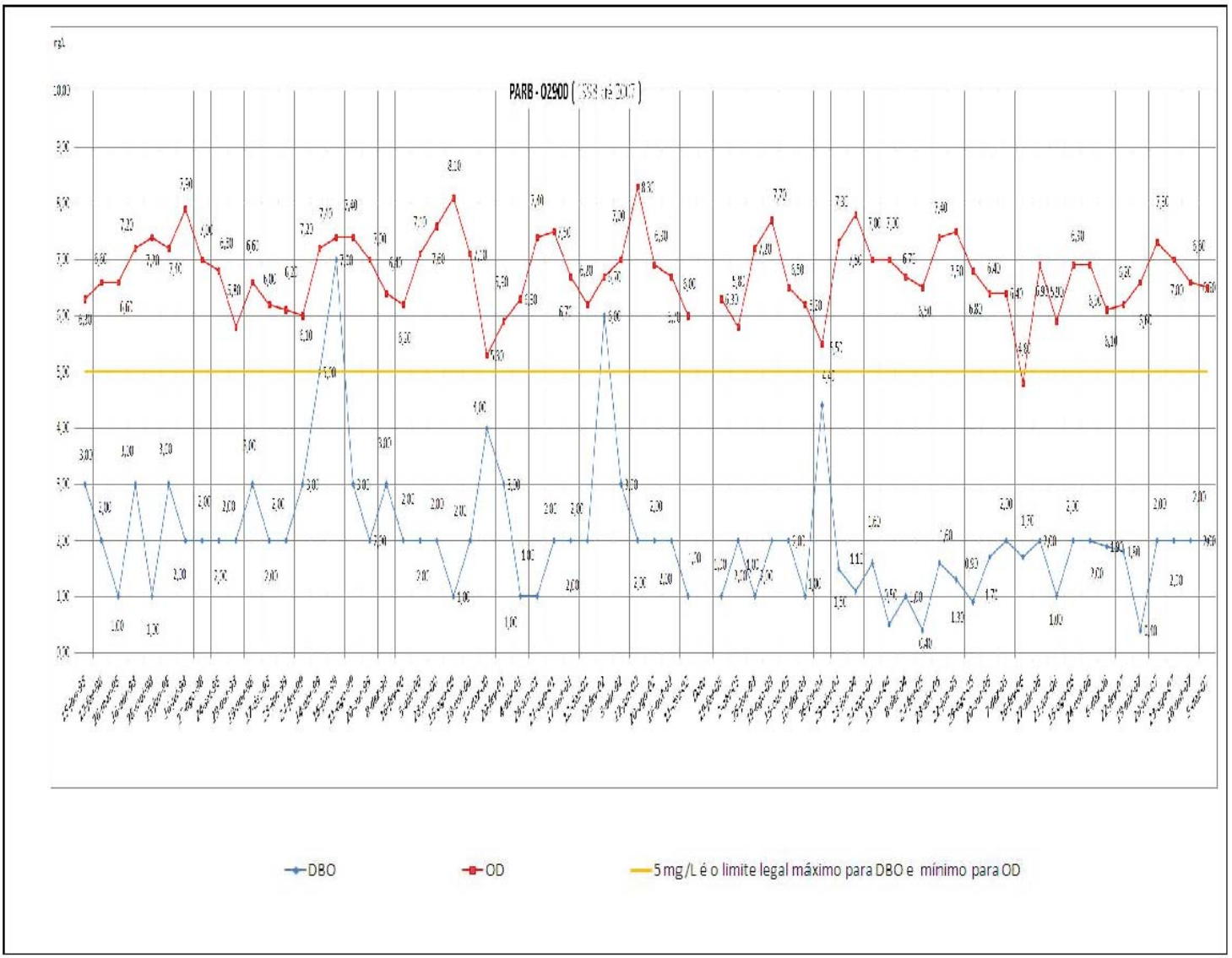






DBO — OD — 5 mg/L é o limite legal máximo para DBO e mínimo para OD

Gráfico 32 - PARB02900



Os pontos de monitoramento localizados fora da calha do rio Paraíba do Sul estão descritos a seguir:

SANT 00100 – Represa de Santa Branca

O ponto está localizado dentro da represa de Santa Branca, e a amostragem é realizada no corpo central da represa. Os dados das avaliações no trecho mostram a boa qualidade das águas da represa com os níveis de DBO e OD constantes durante o período avaliado.

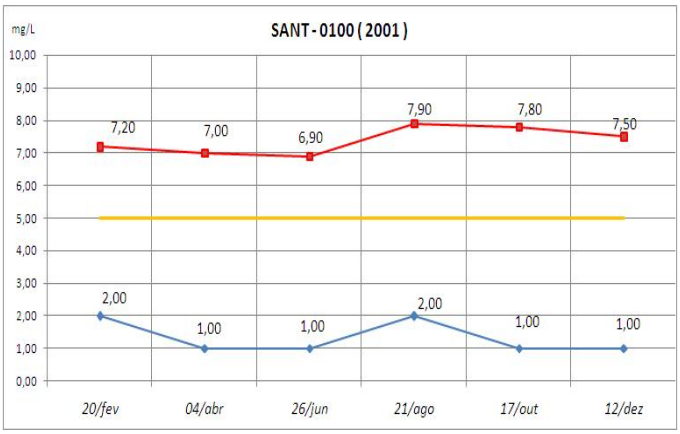
Nota-se, porém, que já existe um início de ocupação de suas margens, com a instalação de loteamentos residenciais, e aumento da atividade náutica, que pode, no futuro, comprometer a qualidade de suas águas.

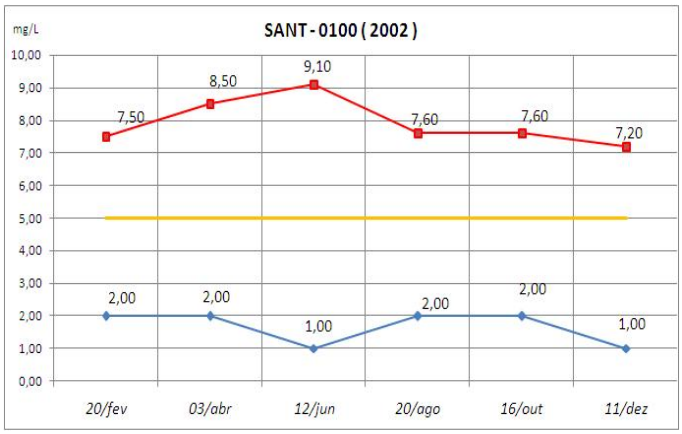
Tabela 24 - SAINT00100

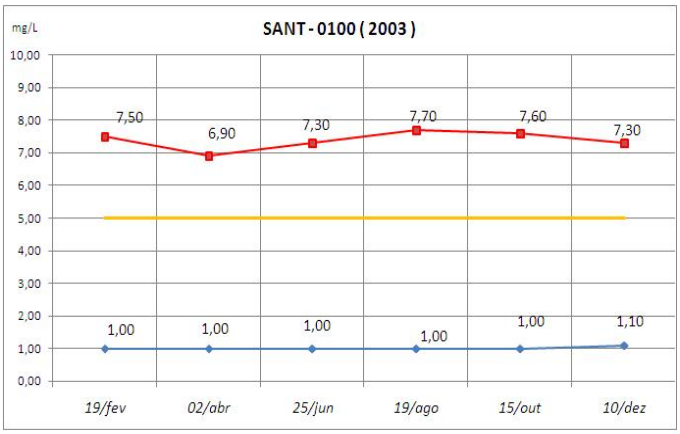
ANO	Ponto	Data	DBO	*OD*
2001	SANT00100	20-fev-01	2,00	7,20
		4-abr-01	1,00	7,00
		26-jun-01	1,00	6,90
		21-ago-01	2,00	7,90
		17-out-01	1,00	7,80
		12-dez-01	1,00	7,50
2002	SANT00100	20-fev-02	2,00	7,50
		3-abr-02	2,00	8,50
		12-jun-02	1,00	9,10
		20-ago-02	2,00	7,60
		16-out-02	2,00	7,60
		11-dez-02	1,00	7,20
2003	SANT00100	19-fev-03	1,00	7,50
		2-abr-03	1,00	6,90
		25-jun-03	1,00	7,30
		19-ago-03	1,00	7,70
		15-out-03	1,00	7,60
		10-dez-03	1,10	7,30
2004	SANT00100	26-fev-04	2,10	6,70
		29-abr-04	0,70	6,70
		23-jun-04	0,60	7,30
		24-ago-04	0,80	8,00
		13-out-04	0,70	8,10
		8-dez-04	1,00	7,60
2005	SANT00100	24-fev-05	0,60	7,40
		28-abr-05	0,60	6,00
		22-jun-05	0,80	6,60
		29-ago-05	0,70	7,70
		20-out-05	0,50	7,30
		7-dez-05	1,00	7,60
2006	SANT00100	16-fev-06	1,20	7,00
		27-abr-06	1,00	7,20
		21-jun-06	< 1,00	6,60
		15-ago-06	< 2,00	7,60
		24-out-06	< 2,00	7,00
		6-dez-06	0,90	7,40
2007	SANT00100	22-fev-07	0,30	7,10
		19-abr-07	0,40	6,70
		20-jun-07	< 2,00	7,60
		28-ago-07	< 2,00	7,80
		18-out-07	< 2,00	7,50
		5-dez-07	< 2,00	7,10

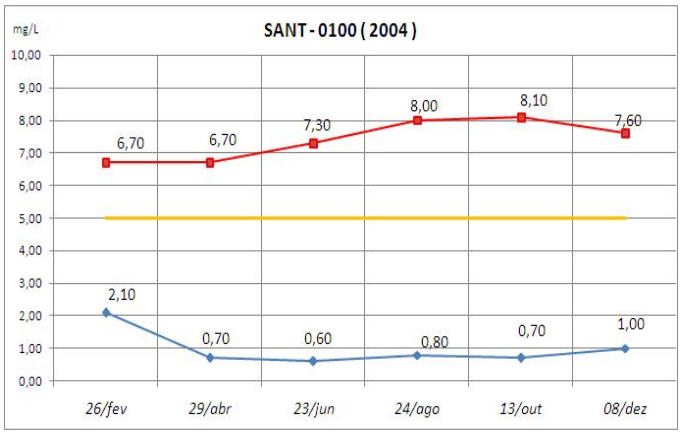
Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

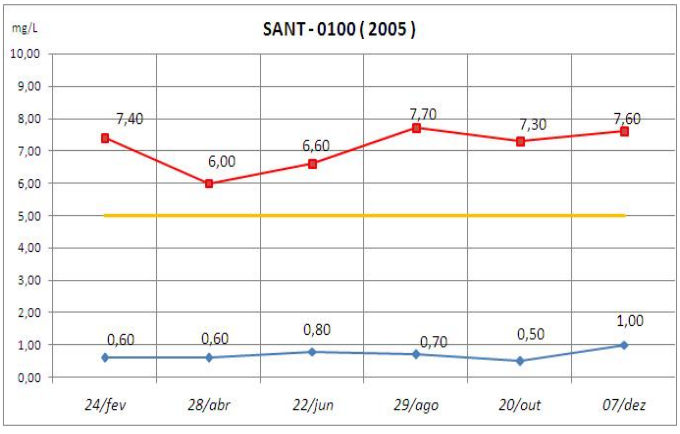
Gráfico 33 - Série SAINT00100

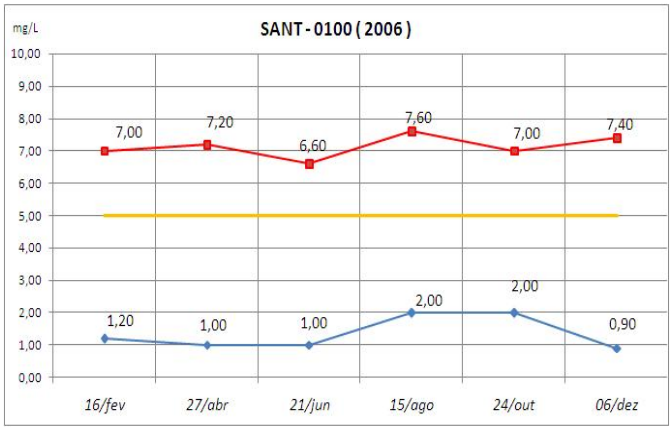


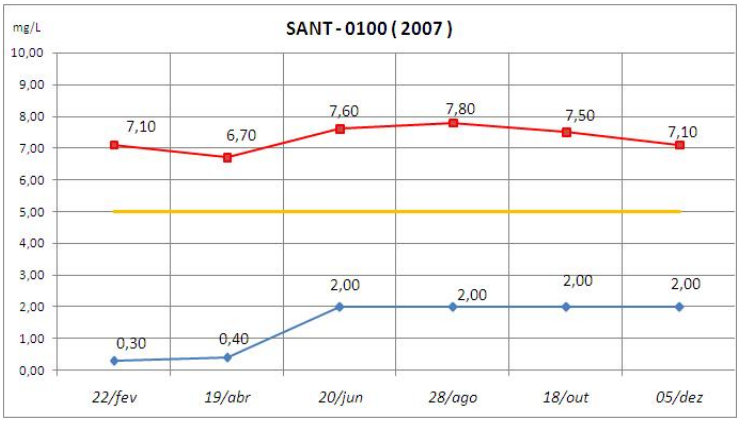






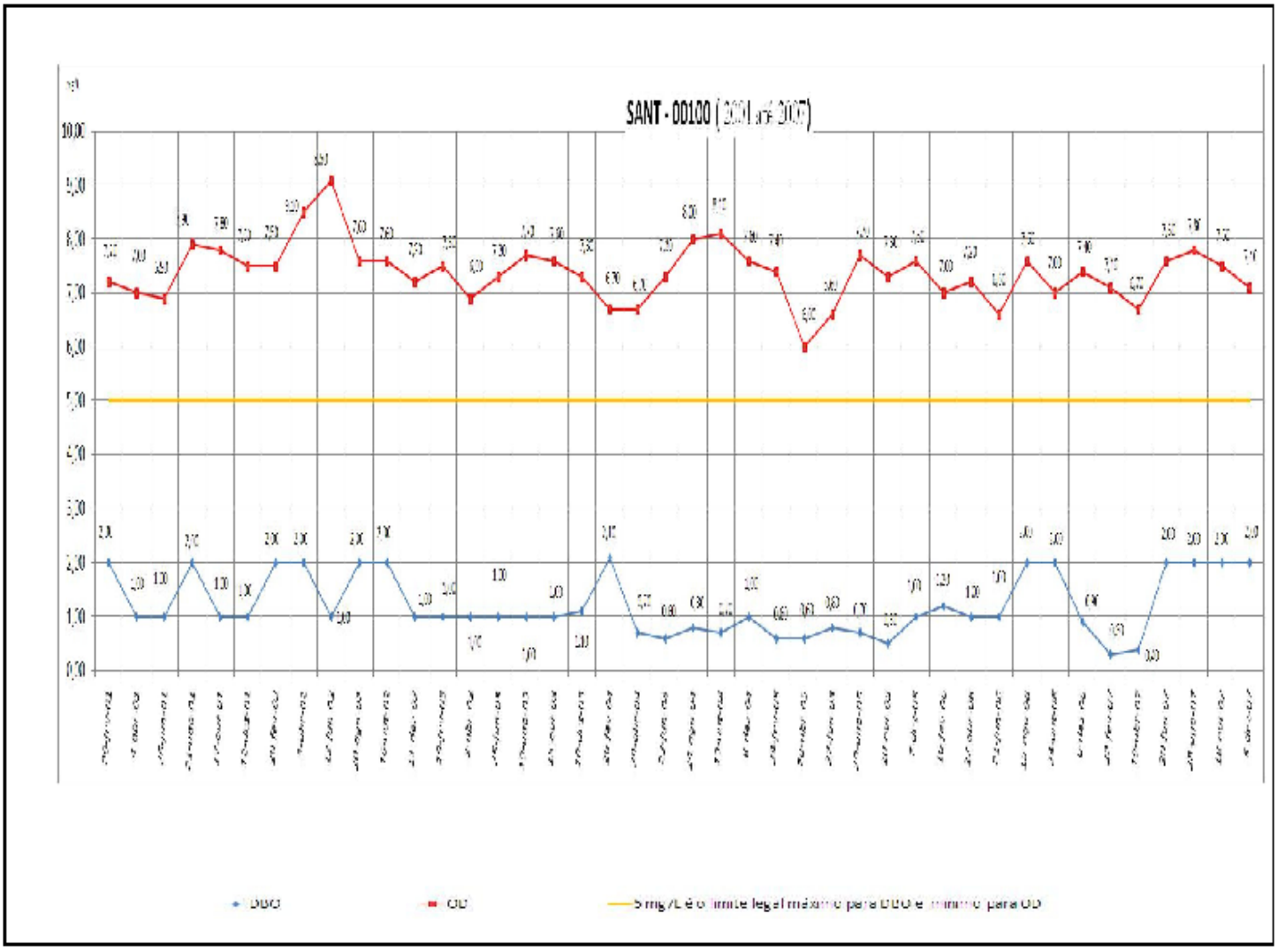






DBO — OD — 5 mg/L é o limite legal máximo para DBO e mínimo para OD

Gráfico 34 - SAINT00100



JAGI 02900 – Rio Jaguarí próximo a foz no rio Paraíba

Este ponto está localizado bem próximo à foz do rio, um pouco antes de entrar no rio Paraíba do Sul. Representa as condições ambientais em que o rio Jaguarí se encontra antes de desaguar no Paraíba. Ele é um rio importante e deve ser bem monitorado, pois é o principal tributário da bacia no trecho paulista, após as represas de Paraibuna e Santa Branca.

As análises dos dados deste ponto mostram que a DBO se mantém dentro dos padrões exigidos pela legislação, mas o OD em algumas ocasiões, durante o período de avaliação, oscilou abaixo do permitido, por pelo menos uma vez a cada ano.

Este fato demonstra que o rio, apesar da carga orgânica de origem doméstica estar em conformidade com os padrões, a atividade microbiana já se faz notar pela variação do oxigênio dissolvido, abaixo dos valores recomendados pela lei.

Portanto, todo o cuidado deve ser tomado no sentido de se identificar o problema, em virtude da importância desse rio para a bacia.

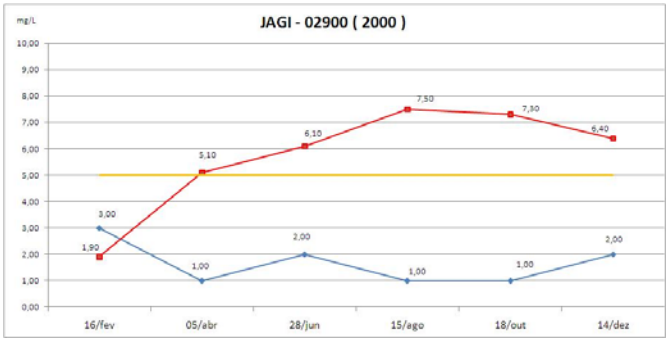
Tabela 25 – JAGI02900

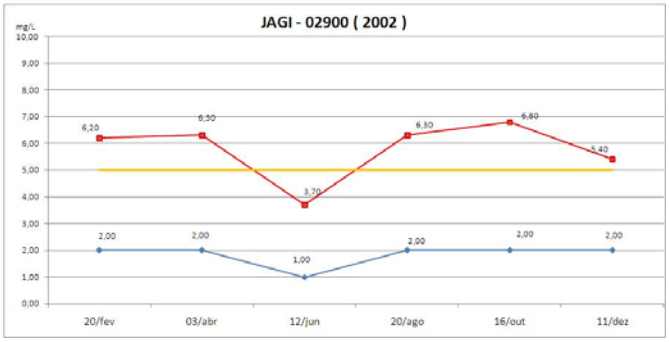
Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
1998	JAGI02900	01/98	1,00	5,50
		02/98	2,00	5,20
		03/98	3,00	6,00
		04/98	2,00	5,50
		05/98	1,00	4,50
		06/98	2,00	6,90
		07/98	1,00	7,00
		08/98	< 1,00	6,20
		09/98	1,00	6,00
		10/98	1,00	6,00
		11/98	2,00	6,40
		12/98	1,00	4,60
1999	JAGI02900	01/99	2,00	3,60
		02/99	2,00	5,50
		04/99	< 3,00	6,30
		06/99	5,00	6,00
		08/99	2,00	6,00
		10/99	3,00	4,30
		12/99	1,00	4,30
2000	JAGI02900	02/00	3,00	1,90
		04/00	1,00	5,10
		06/00	2,00	6,10
		08/00	1,00	7,50
		10/00	1,00	7,30
		12/00	2,00	6,40
2001	JAGI02900	02/01	2,00	5,70
		04/01	1,00	5,50
		06/01	< 1,00	6,20
		08/01	2,00	7,00
		10/01	2,00	5,90
		12/01	3,00	4,90
2002	JAGI02900	02/02	2,00	6,20
		04/02	2,00	6,30
		06/02	1,00	3,70
		08/02	2,00	6,30
		10/02	2,00	6,80
		12/02	2,00	5,40

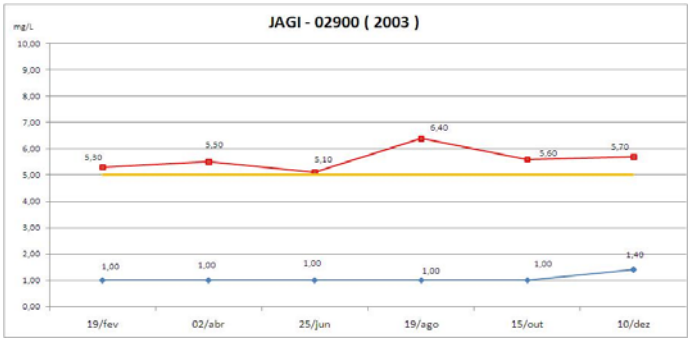
Ano	*Ponto*	*Data*	*DBO*	*OD*
2003	JAGI02900	02/03	1,00	5,30
		04/03	1,00	5,50
		06/03	1,00	5,10
		08/03	1,00	6,40
		10/03	1,00	5,60
		12/03	1,40	5,70
2004	JAGI02900	02/04	3,40	5,20
		04/04	1,20	5,70
		06/04	0,50	6,00
		08/04	1,20	5,50
		10/04	3,10	5,30
		12/04	1,00	4,60
2005	JAGI02900	02/05	0,70	6,00
		04/05	1,10	4,80
		06/05	0,80	6,00
		08/05	0,50	4,70
		10/05	0,60	4,50
		12/05	1,00	4,40
2006	JAGI02900	02/06	1,00	3,60
		04/06	1,00	4,10
		06/06	1,00	5,10
		08/06	< 2,00	5,90
		10/06	2,00	4,30
		12/06	3,50	5,00
2007	JAGI02900	02/07	1,70	4,00
		04/07	0,60	4,30
		06/07	< 2,00	4,60
		08/07	< 2,00	6,90
		10/07	< 2,00	7,00
		12/07	< 2,00	6,10

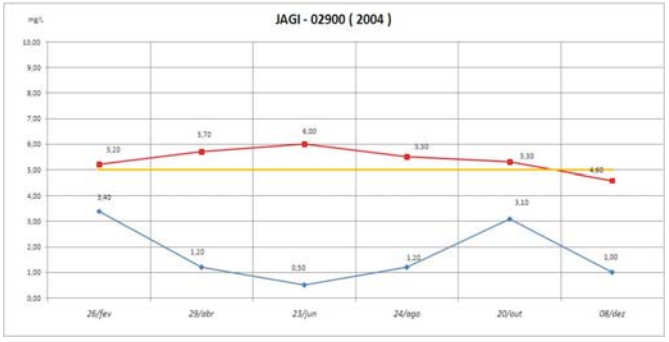
Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 35 - Série JAGI02900



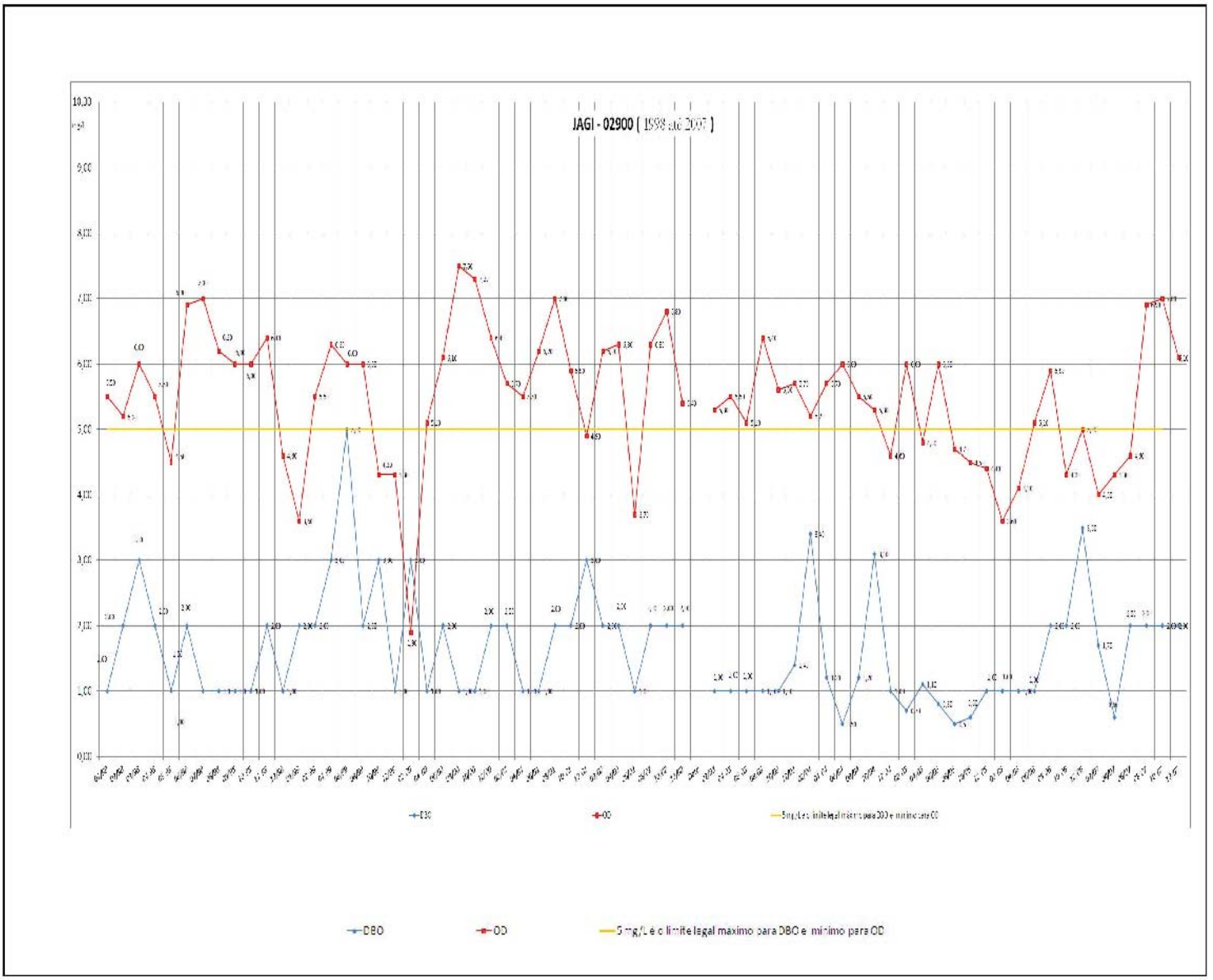






DBO OD 5 mg/L é o limite legal máximo para DBO e mínimo para OD

Gráfico 36 - JAGI02900



JAGJ 00200 – Ponte na SP056 Santa Isabel – Igaratá

A análise dos dados, deste ponto, não reflete realmente as condições da qualidade da água, em virtude de estar localizado em um braço “morto” do rio, de onde é feita a captação para abastecimento público.

Por este local ser num ambiente lêntico, a tendência de acúmulo de matéria orgânica é natural. Deve-se a isto, que, as concentrações de DBO e OD variam com certa frequência. Esta situação é alterada somente é com a movimentação da massa d'água, que normalmente ocorre quando há precipitações na região.

Tabela 26 - JAGJ00200

GERAL				
Ano	***Ponto***	***Data***	***DBO***	***OD***
1998	JAGJ00200	15/1/98	1,00	7,80
		12/2/98	1,00	6,10
		26/3/98	2,00	6,10
		16/4/98	3,00	8,80
		28/5/98	< 1,00	8,60
		25/6/98	2,00	9,20
		16/7/98	4,00	9,40
		27/8/98	1,00	6,10
		24/9/98	4,00	3,20
		29/10/98	2,00	0,60
		19/11/98	2,00	4,90
		17/12/98	3,00	2,80
1999	JAGJ00200	28/1/99	< 2,00	4,90
		24/2/99	2,00	7,50
		14/4/99	< 3,00	5,40
		16/6/99	< 3,00	9,30
		11/8/99	3,00	9,60
		20/10/99	13,00	15,90
		8/12/99	1,00	5,50
2000	JAGJ00200	16/2/00	3,00	6,00
		5/4/00	1,00	3,10
		28/6/00	2,00	3,60
		15/8/00	1,00	1,60
		18/10/00	1,00	1,70
		14/12/00	2,00	6,00
2001	JAGJ00200	20/2/01	3,00	4,10
		4/4/01	1,00	4,20
		26/6/01	1,00	2,00
		21/8/01	1,00	6,40
		17/10/01	2,00	7,00
		12/12/01	2,00	7,60
2002	JAGJ00200	20/2/02	2,00	4,70
		3/4/02	3,00	7,10
		12/6/02	< 1,00	7,70
		20/8/02	3,00	3,70
		16/10/02	1,00	5,30
		11/12/02	1,00	6,80

GERAL				
Ano	***Ponto***	***Data***	***DBO***	***OD***
2003	JAGJ00200	19/2/03	1,00	5,60
		2/4/03	1,00	2,30
		25/6/03	1,00	2,50
		19/8/03	2,00	4,50
		15/10/03	2,00	6,30
		10/12/03	0,70	5,60
2004	JAGJ00200	26/2/04	2,10	5,40
		29/4/04	0,50	1,50
		23/6/04	0,50	3,90
		24/8/04	0,30	6,20
		13/10/04	3,80	2,20
		8/12/04	14,00	2,40
2005	JAGJ00200	24/2/05	2,00	2,90
		28/4/05	1,40	0,42
		22/6/05	0,90	2,40
		29/8/05	1,30	4,30
		20/10/05	0,80	2,40
		7/12/05	2,00	2,50
2006	JAGJ00200	16/2/06	1,10	3,70
		27/4/06	1,00	4,10
		21/6/06	1,00	5,60
		15/8/06	< 2,00	6,70
		24/10/06	4,00	7,00
		6/12/06	2,70	8,00
2007	JAGJ00200	22/2/07	1,10	5,70
		19/4/07	1,10	4,30
		20/6/07	< 2,00	6,20
		28/8/07	< 2,00	7,40
		18/10/07	3,00	7,00
		5/12/07	2,00	6,10

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 37 - Série JAGJ00200

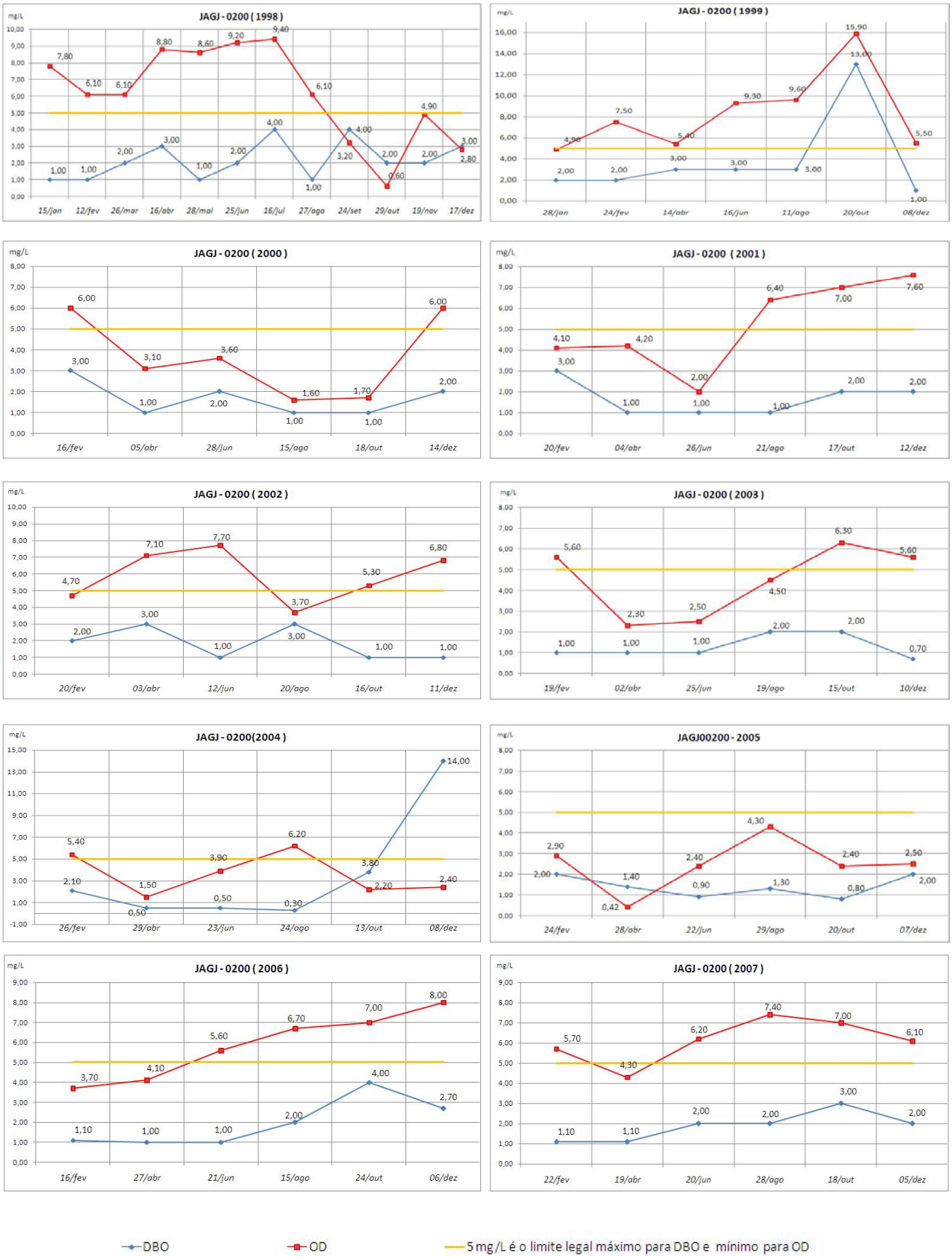
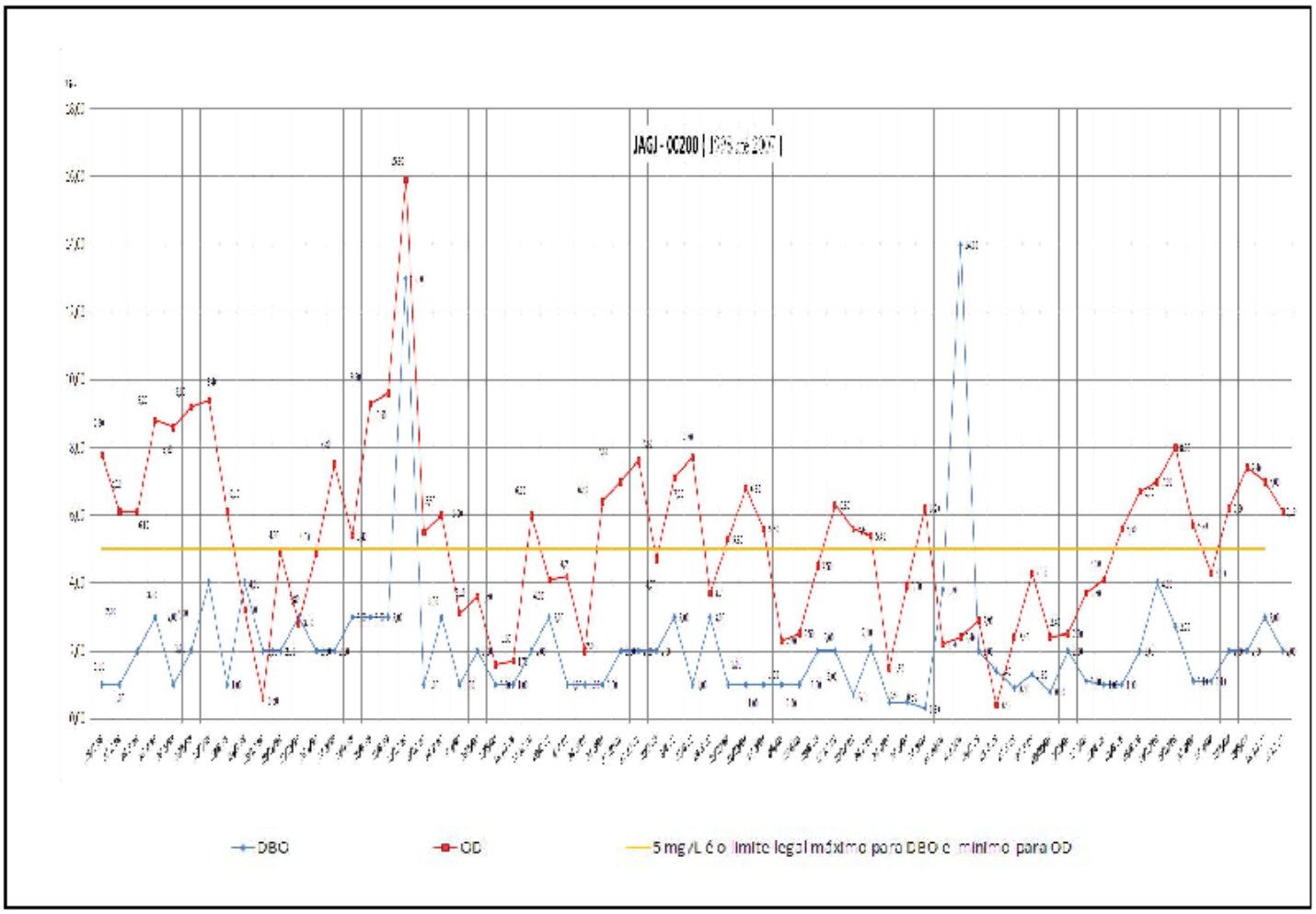


Gráfico 38 - JAGJ00200



PTEI 02900 – Rio Parateí próximo a cervejaria Brahma

O local sofre influência direta do lançamento de efluentes da cervejaria, que está à montante do ponto de monitoramento. Este tipo de efluente é rico em matéria orgânica, e pode justificar as variações constantes, fora da legislação vigente para os parâmetros DBO e OD, no rio Parateí, durante o período analisado.

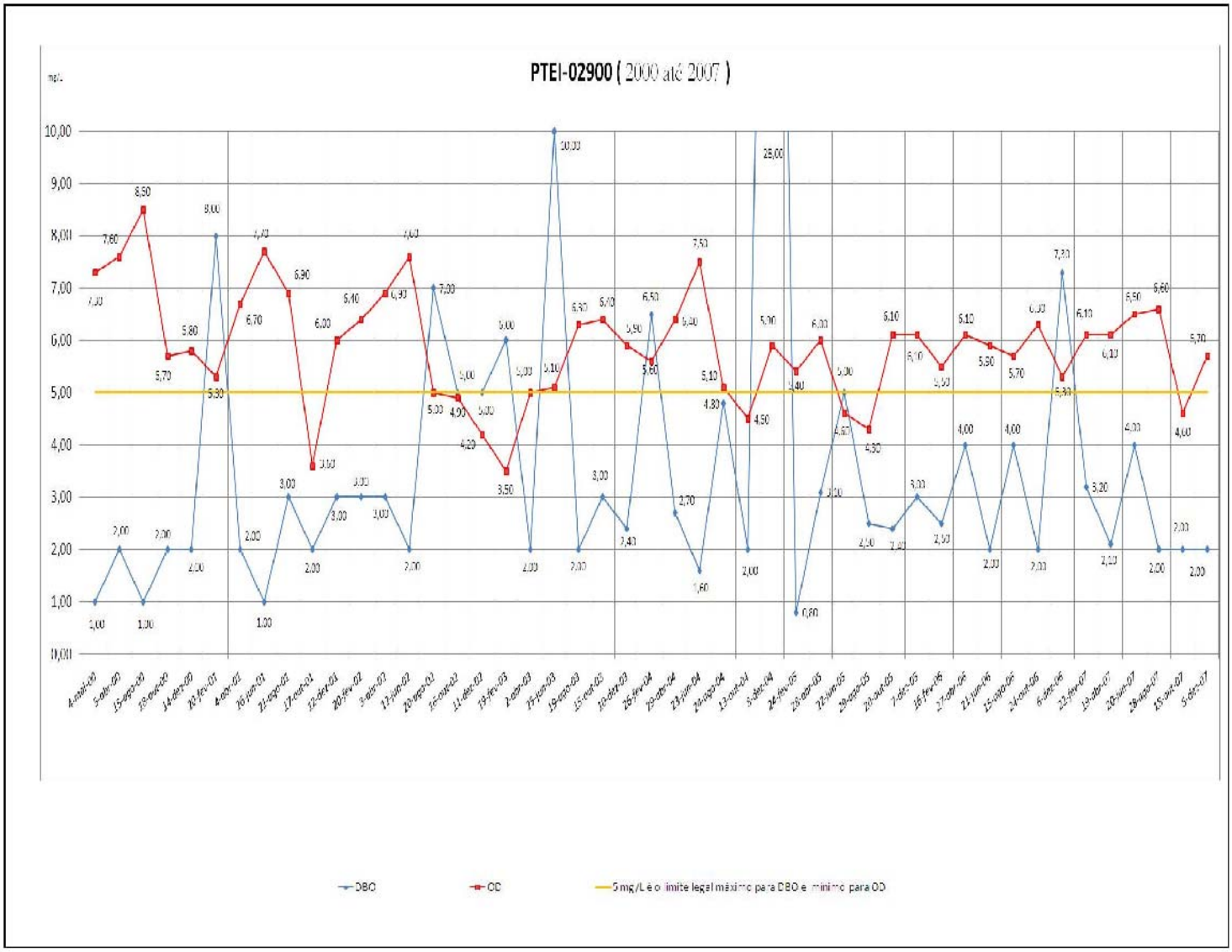
Tabela 27 - PTEI02900

Ano	*Ponto*	*Data da Amostragem*	*DBO*	*OD*
2000	PTEI02900	4-mai-00	1,00	7,30
		5-abr-00	2,00	7,60
		15-ago-00	1,00	8,50
		18-out-00	2,00	5,70
		14-dez-00	2,00	5,80
2001	PTEI02900	20-fev-01	8,00	5,30
		4-abr-01	2,00	6,70
		26-jun-01	1,00	7,70
		21-ago-01	3,00	6,90
		17-out-01	2,00	3,60
		12-dez-01	3,00	6,00
2002	PTEI02900	20-fev-02	3,00	6,40
		3-abr-02	3,00	6,90
		12-jun-02	2,00	7,60
		20-ago-02	7,00	5,00
		16-out-02	5,00	4,90
		11-dez-02	5,00	4,20
2003	PTEI02900	19-fev-03	6,00	3,50
		2-abr-03	2,00	5,00
		25-jun-03	10,00	5,10
		19-ago-03	2,00	6,30
		15-out-03	3,00	6,40
		10-dez-03	2,40	5,90
2004	PTEI02900	26-fev-04	6,50	5,60
		29-abr-04	2,70	6,40
		23-jun-04	1,60	7,50
		24-ago-04	4,80	5,10
		13-out-04	2,00	4,50
		8-dez-04	28,00	5,90
2005	PTEI02900	24-fev-05	0,80	5,40
		28-abr-05	3,10	6,00
		22-jun-05	5,00	4,60
		29-ago-05	2,50	4,30
		20-out-05	2,40	6,10
		7-dez-05	3,00	6,10
2006	PTEI02900	16-fev-06	2,50	5,50
		27-abr-06	4,00	6,10
		21-jun-06	2,00	5,90
		15-ago-06	4,00	5,70
		24-out-06	< 2,00	6,30
		6-dez-06	7,30	5,30
2007	PTEI02900	22-fev-07	3,20	6,10
		19-abr-07	2,10	6,10
		20-jun-07	4,00	6,50
		28-ago-07	< 2,00	6,60
		18-out-07	< 2,00	4,60

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 39 - Série PTEI02900

Gráfico 40 - PTEI02900



UNNA 02800 – Captação da SABESP em Taubaté

Em relação aos dados das amostragens no período, este ponto apresenta boas condições da qualidade de água. O local está situado na fronteira da área rural de Taubaté; portanto, não sofre impactos da área urbana.

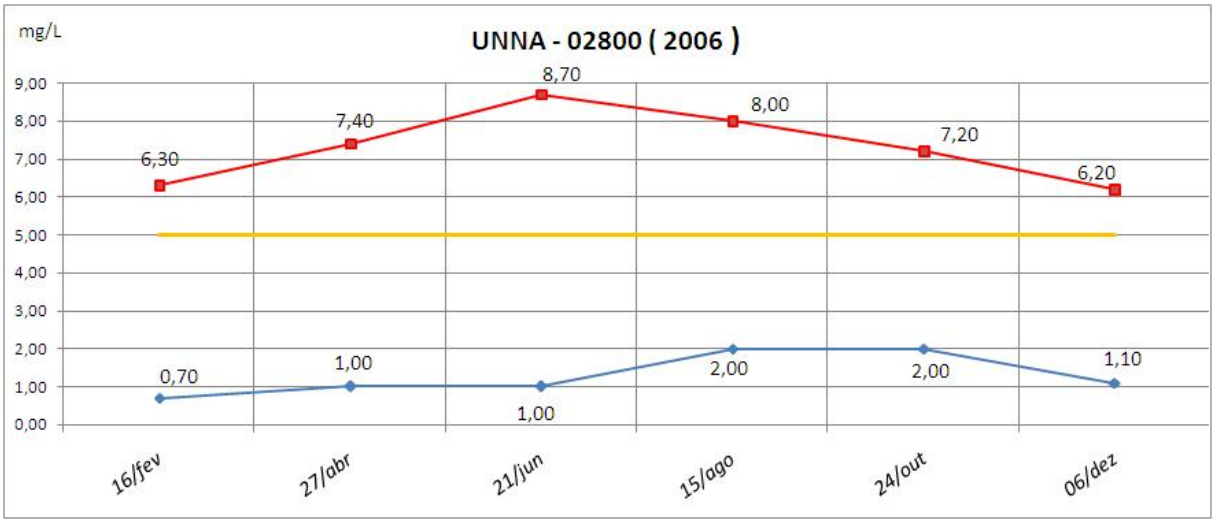
Ressalta-se, porém, que o aeroporto de Taubaté é bem próximo ao ponto, e os loteamentos residenciais estão em franca expansão na região, isto pode vir a colocar em risco a captação, em virtude do comprometimento das águas do Rio Unna a partir deste local.

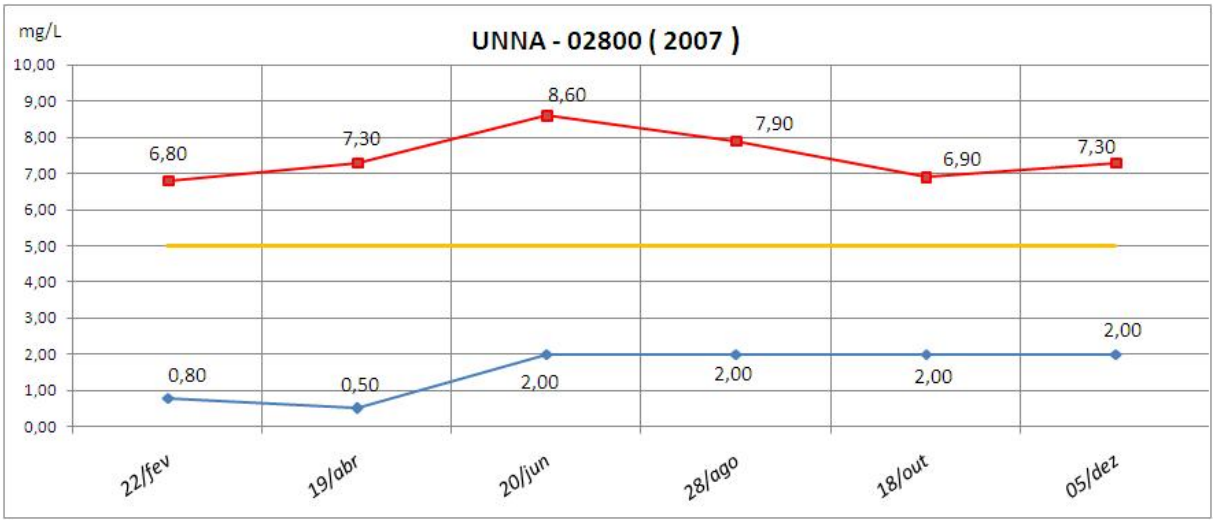
Tabela 28 - UNNA02800

Ano	*Ponto*	*Data da Amostragem*	*DBO*	*OD*
2005	UNNA02800	24/02/05	1,00	6,60
		28/04/05	1,60	7,90
		22/06/05	1,10	4,10
		29/08/05	0,10	6,80
		07/12/05	1,00	6,90
2006	UNNA02800	16/02/06	0,70	6,30
		27/04/06	1,00	7,40
		21/06/06	1,00	8,70
		15/08/06	< 2,00	8,00
		24/10/06	< 2,00	7,20
		06/12/06	1,10	6,20
2007	UNNA02800	22/02/07	0,80	6,80
		19/04/07	0,50	7,30
		20/06/07	< 2,00	8,60
		28/08/07	< 2,00	7,90
		18/10/07	< 2,00	6,90
		05/12/07	< 2,00	7,30

Fonte: Banco de dados interáguas – CETESB (2007)

Gráfico 41 - Série UNNA02800





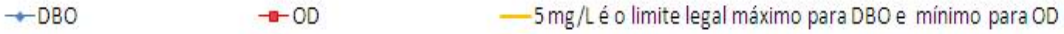
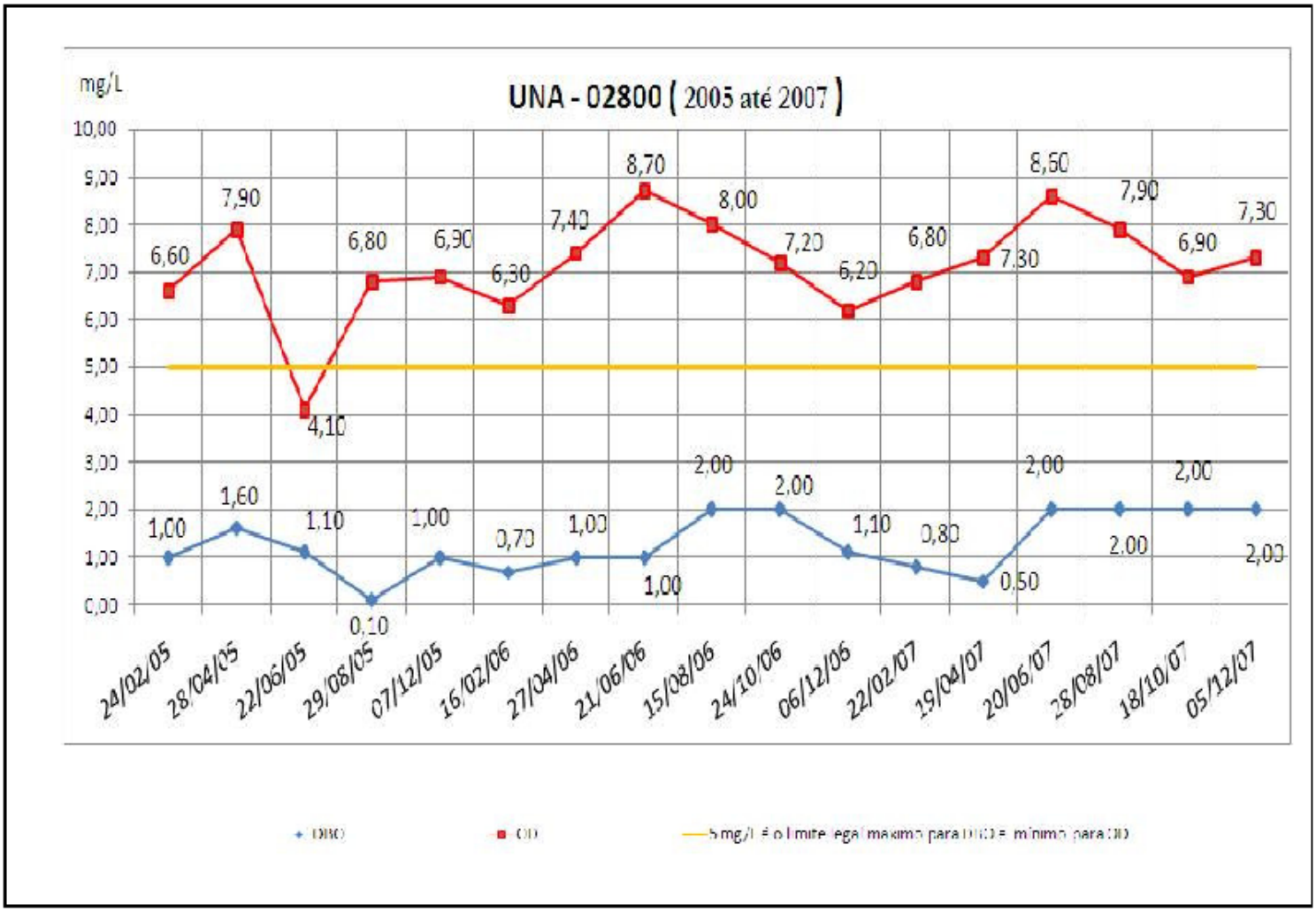


Gráfico 42 - UNNA02800



9. Uso da Geoinformação no estudo

O uso de sistemas georeferenciados foi escolhido como uma das ferramentas no desenvolvimento deste trabalho de modo a facilitar e possibilitar com grande versatilidade a geração de informações, por meio de imagens de satélite e mapas, associada a dados pré-selecionados de interesse para o estudo.

Quando trabalhados e organizados ajudam a tomada de decisões imediatas, minimizando erros e corrigindo falhas que por ventura tenham sido tomadas ou ainda irão ser implementadas, tornando este tipo de informação imprescindível para os gestores públicos, e para investimentos privados na região, pois a forma de apresentação do GIS ajuda muito na compreensão e planejamento do desenvolvimento regional de bacias hidrográficas, neste caso a do rio Paraíba do Sul.

Para isso foi criado um banco de dados onde as informações estão armazenadas e disponíveis em um Sistema de Informações Geográficas (GIS), que neste estudo optou-se pelo programa de origem holandesa de nome ILWIS, desenvolvido especialmente para atender as necessidades de estudos que envolvam os recursos hídricos, que é o tema deste trabalho.

Nesse sentido, foram gerados 02 (dois) banco de dados, contendo informações dos resultados analíticos laboratoriais, de DBO e OD, um com

os monitoramentos da série histórica dos pontos da rede da CETESB, que estão disponíveis nos Relatórios de Qualidade das Águas Interiores entre os anos de 1998 a 2007, em um total de 16 pontos.

O outro contém os resultados analíticos laboratoriais, de uma campanha de monitoramento coordenada pela Agência Ambiental da CETESB de Taubaté, em que realizou amostragem nas águas do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, em 141 pontos no ano de 2003 e em 143 pontos nos anos de 2004, 2005 e 2006.

Isto possibilitou a confecção duas imagens de satélite georeferenciadas, com o posicionamento dos pontos de monitoramento na calha do rio Paraíba e seus principais tributários, elas estão associadas aos seus respectivos banco de dados.

Este tipo de tecnologia permite que, o gestor ou responsável pela garantia da qualidade da água da bacia, verifique em tempo real, qualquer variação dos parâmetros, neste caso, a DBO e o OD, que possam colocar em risco a qualidade das águas do rio.

Ainda, os produtos gerados pelo Sistema de Informações Geográficas (GIS), utilizado neste trabalho, podem auxiliar, além do gerenciamento dos recursos hídricos, no planejamento das políticas públicas para o desenvolvimento regional, zoneamento e uso e ocupação do solo, localização para instalação de equipamentos de infra-estrutura urbana,

estações de tratamento de esgotos e outros.

9.1. Monitoramento regional do rio Paraíba do Sul

Em relação aos pontos de monitoramento regional da Agência Ambiental da CETESB de Taubaté, este foi realizado em virtude de uma demanda feita pelo Ministério Público Federal, que questionou a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul, por causa das constantes reclamações por parte do Estado do Rio de Janeiro.

Para tanto foi solicitado, a CETESB a ampliação da malha de pontos ao longo da calha, no trecho paulista, já que o entendimento era de que, os 16 pontos da rede da CETESB, não eram suficientes para a avaliação do rio, até a entrada da represa do Funil.

Assim, foram escolhidos 143 locais na calha do rio Paraíba do Sul, para a coleta de amostras de água, desde a saída da represa de Santa Branca em São Paulo, até a entrada da represa do Funil na divisa com o Rio de Janeiro. Os dados revelam a coerência entre os da rede da CETESB, com estes da varredura realizada pela Agência Ambiental da CETESB de Taubaté, malha de 143 locais de monitoramento.

O trecho paulista, do rio Paraíba do sul, neste trabalho foi dividido em três partes: trecho 01, trecho 02 e trecho 03, em função da sua morfologia fluvial.

Fica claro que, o rio, quando entra no trecho 02, que é a região de meandro, a sua qualidade é bastante prejudicada, em virtude do que já foi exposto anteriormente neste estudo.

A elevada carga orgânica de origem doméstica lançada no rio Paraíba do Sul, na região meandrada, associada ao regime de operação dos reservatórios de cabeceira, são a causa de valores reduzidos de oxigênio dissolvido neste trecho 02, principalmente em Caçapava.

Esta situação é demonstrada, tanto pelos dados representados na série histórica, como os do monitoramento regional, de todo o percurso do rio Paraíba do Sul dos anos de 2003 a 2006.

Os 143 pontos do monitoramento regional, que estão assinalados na imagem de satélite (Figura 17), e estão assim, relacionados com a divisão morfológica da calha do rio, conforme proposta descrita acima, da seguinte maneira: dos pontos 01 ao 28 (saída da represa de Santa Branca até o início do município de Jacareí), dos pontos 29 ao 92 (início do trecho meandrado, de Jacareí a Roseira), dos pontos 93 ao 143 (do fim do meandro até a entrada da represa do Funil, de Roseira a Queluz).

Cabe ainda, salientar que o monitoramento regional, também demonstrou que, o rio Paraíba do Sul, na entrada da represa do Funil, no município de Queluz, está em boas condições de qualidade de água, quanto a carga de

orgânica de origem doméstica, os valores de DBO e OD, estão de acordo com os padrões exigidos pela legislação ambiental, conforme demonstram as Tabelas 29, 30, 31 e 32 e correspondentes Gráficos 43, 44, 45 e 46.

Portanto, mesmo com a varredura completa no rio, não se confirma a reclamação do Estado do Rio de Janeiro, em que as águas do rio Paraíba do Sul estariam poluídas em todo trecho paulista.

Figura 13 - Monitoramento regional

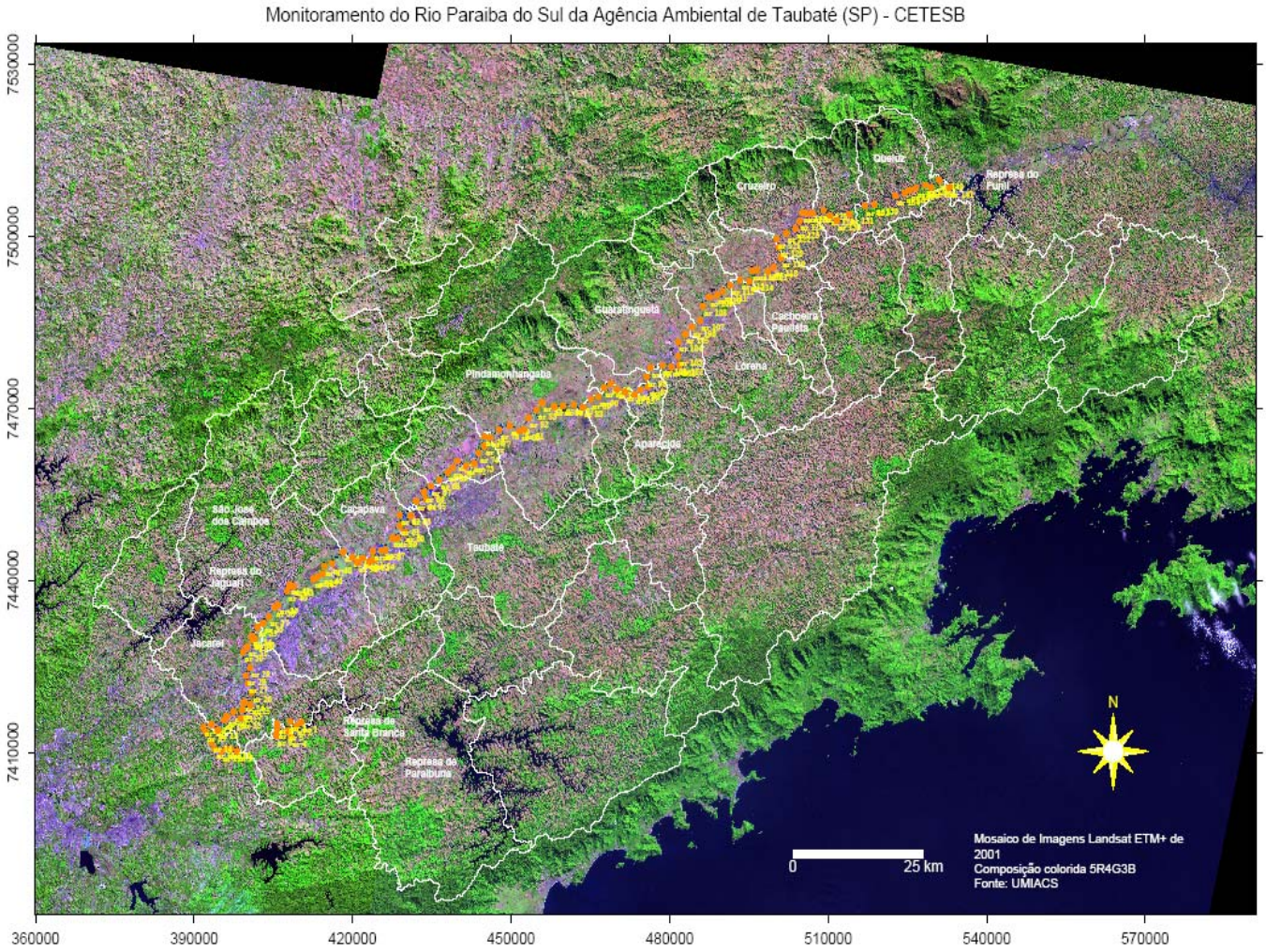


Tabela 29 - Monitoramento Regional (2003)

Ponto	Data da Amostra	DBO	OD
P01	10/11/03	0,5	5,2
P02	10/11/03	0,5	5,6
P03	10/11/03	0,5	5,9
P04	10/11/03	0,6	6,1
P05	11/11/03	0,6	6,1
P06	11/11/03	0,6	6,2
P07	11/11/03	0,5	6,1
P08	11/11/03	1,0	6,2
P09	11/11/03	0,5	7,0
P10	11/11/03	0,5	7,1
P11	11/11/03	0,7	7,1
P12	11/11/03	0,7	7,0
P13	11/11/03	0,9	7,1
P14	12/11/03	0,5	7,0
P15	12/11/03	0,6	7,1
P16	12/11/03	0,3	6,8
P17	12/11/03	0,4	7,1
P18	12/11/03	0,4	7,2
P19	12/11/03	0,8	6,5
P20	12/11/03	0,8	6,5
P21	17/11/03	1,7	5,9
P22	17/11/03	1,6	5,7
P23	17/11/03	1,5	5,4
P24	17/11/03	1,4	5,1
P25	18/11/03	1,0	5,5
P26	18/11/03	0,9	5,2
P27	18/11/03	0,9	5,2
P28	18/11/03	1,3	5,2
P29	18/11/03	2,3	5,0
P30	20/11/03	1,1	5,1
P31	20/11/03	0,7	4,6
P32	20/11/03	1,1	4,6
P33	20/11/03	1,2	4,5
P34	20/11/03	0,9	4,5
P35	20/11/03	1,2	4,0
P36	20/11/03	1,3	3,4
P37	20/11/03	1,2	3,1
P38	20/11/03	0,9	2,6
P39	20/11/03	1,2	2,5
P40	24/11/03	1,8	3,5
P41	24/11/03	2,4	4,0
P42	24/11/03	1,9	4,0
P43	24/11/03	1,5	4,1
P44	25/11/03	2,4	2,9
P45	25/11/03	2,3	2,6
P46	25/11/03	2,3	2,5
P47	25/11/03	1,6	2,1
P48	25/11/03		
P49	25/11/03	1,0	2,1
P50	25/11/03	1,6	2,0
P51	25/11/03	2,0	1,5
P52	25/11/03	1,6	1,3
P53	27/11/03	1,0	0,73
P54	27/11/03	1,0	0,74
P55	27/11/03	0,9	0,72
P56	27/11/03	0,5	0,65
P57	27/11/03	0,9	0,58
P58	27/11/03	0,6	4,7
P59	27/11/03	1,0	4,8
P60	27/11/03	1,0	4,8
P61	1/12/03	1,7	4,3
P62	1/12/03	2,0	4,4
P63	1/12/03	2,0	4,3
P64	1/12/03	1,8	4,1
P65	1/12/03	1,6	4,0
P66	1/12/03	2,0	3,9
P67	1/12/03	1,6	3,7
P68	1/12/03	1,4	3,7
P69	1/12/03	1,5	3,6
P70	1/12/03	1,8	3,6
P71	1/12/03	1,5	3,6
P72	1/12/03		
P73	3/12/03	2,1	3,0
P74	3/12/03	2,0	3,1
P75	3/12/03	2,2	3,1
P76	3/12/03	1,9	3,1
P77	3/12/03	2,3	2,9
P78	3/12/03	2,1	3,0
P79	3/12/03	1,9	2,9
P80	3/12/03	1,8	3,0
P81	3/12/03	2,3	3,0
P82	3/12/03	2,4	3,0
P83	3/12/03	2,1	2,8
P84	3/12/03	2,1	2,9
P85	4/12/03	2,1	3,3
P86	4/12/03	2,3	3,2
P87	4/12/03	2,1	3,2
P88	4/12/03	2,2	3,2
P89	4/12/03	2,1	3,2
P90	4/12/03	1,9	3,2
P91	4/12/03	1,9	3,2
P92	4/12/03	1,7	3,2
P93	4/12/03	1,4	3,1
P94	4/12/03	1,2	2,9
P95	4/12/03	1,6	3,0
P96	4/12/03	1,4	3,0
P97	4/12/03	1,5	2,9
P98	4/12/03	1,5	2,9
P99	4/12/03	1,3	2,7
P100	8/12/03	1,5	3,2
P101	8/12/03	1,7	3,2
P102	8/12/03	1,7	3,2
P103	8/12/03	1,6	3,1
P104	8/12/03	1,8	3,1
P105	8/12/03	1,6	3,3
P106	8/12/03	1,6	3,3
P107	8/12/03	1,7	3,3
P108	8/12/03	1,4	3,3
P109	8/12/03	1,7	3,1
P110	8/12/03	1,8	3,0
P111	8/12/03	1,9	2,8
P112	8/12/03	1,9	2,8
P113	8/12/03	1,9	2,6
P114	8/12/03	1,7	2,5
P115	8/12/03	1,6	2,3
P116	8/12/03	1,5	2,3
P117	8/12/03	2,0	2,3
P118	8/12/03	1,9	2,2
P119	9/12/03		
P120	9/12/03	1,4	3,2
P121	9/12/03	1,6	3,4
P122	9/12/03	1,3	3,6
P123	9/12/03	1,9	3,7
P124	9/12/03	1,4	3,8
P125	9/12/03	1,1	3,8
P126	9/12/03		
P127	9/12/03		
P128	11/12/03	1,1	5,0
P129	11/12/03	1,0	5,0
P130	11/12/03	1,1	5,3
P131	11/12/03	1,1	5,7
P132	11/12/03		
P133	11/12/03	0,9	5,9
P134	11/12/03	0,9	6,4
P135	11/12/03	1,2	5,7
P136	11/12/03		
P137	11/12/03	0,9	6,5
P138	11/12/03	0,7	6,7
P139	11/12/03	0,7	6,8
P140	11/12/03	0,6	6,7
P141	11/12/03	0,4	6,6

Fonte: Banco de dados da Agêngia Ambiental Taubaté – CETESB (2007)

Gráfico 43 - Monitoramento Regional (2003)

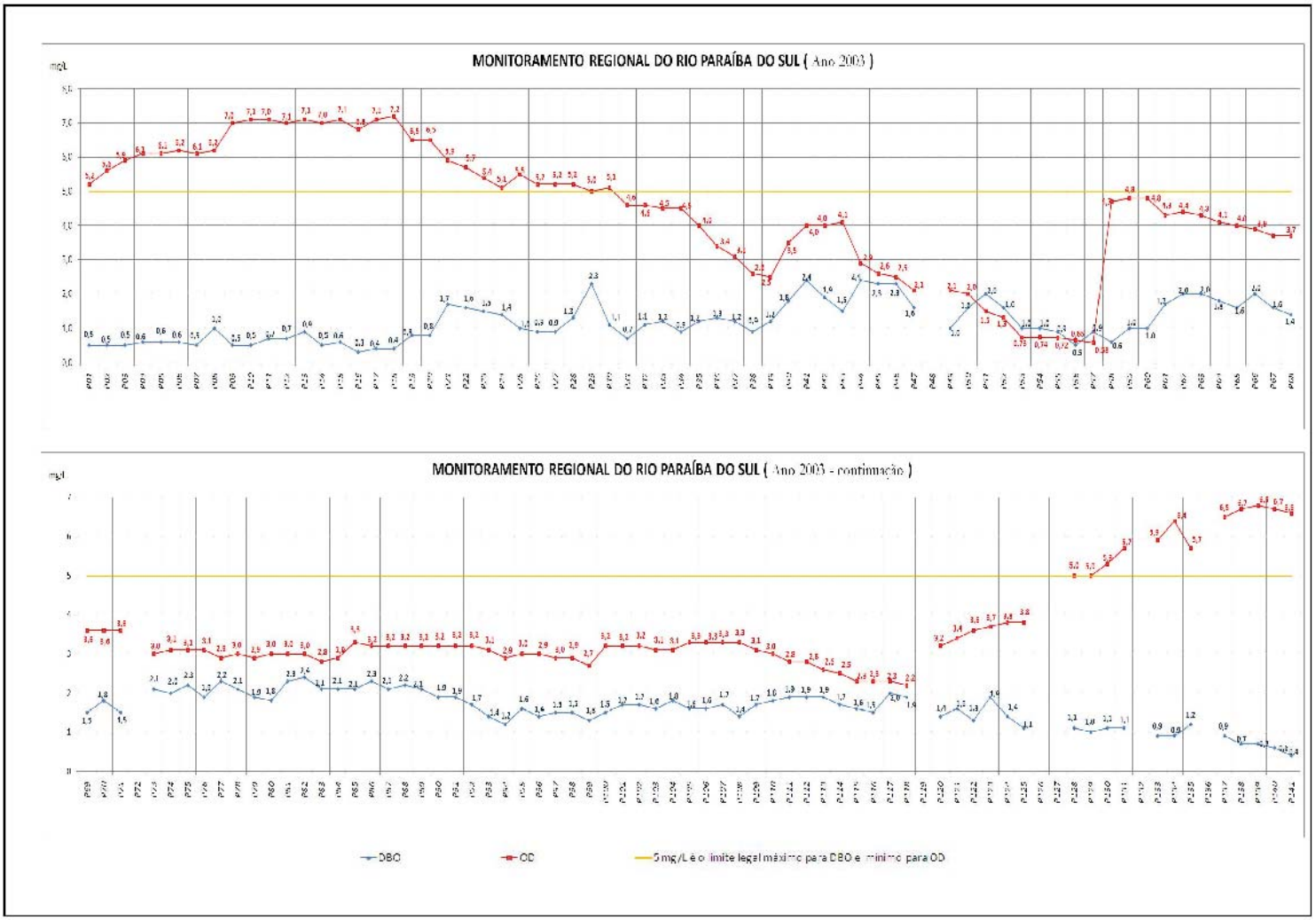


Tabela 30 - Monitoramento Regional (2004)

Ponto	Data da Amostra	DBO	OD
P01	28/07/04	1,00	7,38
P02	28/07/04	1,00	7,67
P03	28/07/04	1,00	7,75
P04	28/07/04	1,00	7,93
P05	03/08/04	1,80	7,62
P06	03/08/04	0,60	7,70
P07	03/08/04	0,60	7,87
P08	03/08/04	0,40	7,89
P09	03/08/04	3,60	8,47
P10	03/08/04	0,80	8,45
P11	03/08/04	1,00	8,43
P12	04/08/04	0,50	8,16
P13	04/08/04	0,50	8,12
P14	04/08/04	0,30	8,44
P15	04/08/04	0,30	8,50
P16	04/08/04	0,20	8,55
P17	04/08/04	0,30	8,29
P18	04/08/04	0,10	8,40
P19	04/08/04	0,40	8,18
P20	04/08/04	0,70	7,97
P21	10/08/04	1,40	7,57
P22	10/08/04	1,60	7,38
P23	10/08/04	0,70	6,85
P24	10/08/04	1,30	6,56
P25	10/08/04	1,30	6,82
P26	10/08/04	0,80	6,82
P27	11/08/04	1,20	6,38
P28	11/08/04	1,80	6,22
P29	11/08/04	4,00	6,06
P30	11/08/04	0,60	4,99
P31	11/08/04	0,90	4,60
P32	11/08/04	1,80	4,36
P33	11/08/04	1,50	4,24
P34	11/08/04	1,00	4,05
P35	17/08/04	1,40	3,74
P36	17/08/04	1,40	3,06
P37	17/08/04	1,10	2,63
P38	17/08/04	1,20	2,43
P39	17/08/04	1,10	2,52
P40	17/08/04	1,90	3,73
P41	17/08/04	1,60	3,84
P42	17/08/04	1,30	3,87
P43	17/08/04	1,50	4,10
P44	18/08/04	1,80	3,20
P45	18/08/04	1,50	2,80
P46	18/08/04	1,90	2,51
P47	18/08/04	1,90	2,31
P48	18/08/04	1,70	2,30
P49	19/08/04	1,30	2,27
P50	19/08/04	1,10	2,20
P51	19/08/04	1,20	1,57
P52	19/08/04	1,50	1,42
P53	19/08/04	1,70	1,12
P54	18/08/04	1,20	1,13
P55	18/08/04	1,10	1,18
P56	18/08/04	1,00	1,36
P57	18/08/04	1,10	1,47
P58	19/08/04	1,50	5,37
P59	19/08/04	2,10	5,97
P60	19/08/04	1,40	5,93
P61	19/08/04	1,40	6,14
P62	19/08/04	1,40	6,37
P63	19/08/04	1,60	6,37
P64	19/08/04	1,50	6,12
P65	19/08/04	1,30	5,68
P66	19/08/04	1,30	5,50
P67	19/08/04	1,20	5,32
P68	19/08/04	0,90	5,25
P69	25/08/04	0,90	5,09
P70	25/08/04	0,80	4,96
P71	25/08/04	1,00	4,83
P72	25/08/04	1,10	5,10
P73	01/09/04	1,20	5,28
P74	01/09/04	1,40	4,99
P75	01/09/04	1,50	5,21
P76	01/09/04	1,20	5,16
P77	01/09/04	1,10	4,94
P78	01/09/04	1,10	4,93
P79	01/09/04	1,10	4,92
P80	01/09/04	1,20	5,25
P81	01/09/04	1,30	5,40
P82	01/09/04	1,30	5,64
P83	01/09/04	1,40	5,79
P84	01/09/04	1,10	5,80
P85	01/09/04	1,10	5,84
P86	01/09/04	1,20	5,91
P87	01/09/04	1,80	5,84
P88	21/09/04	1,50	4,47
P89	21/09/04	1,40	4,54
P90	21/09/04	1,10	4,57
P91	21/09/04	1,20	4,74
P92	21/09/04	1,00	4,76
P93	21/09/04	0,90	4,64
P94	21/09/04	0,80	4,44
P95	21/09/04	0,80	4,56
P96	21/09/04	0,70	4,54
P97	21/09/04	1,10	4,40
P98	21/09/04	1,20	4,16
P99	21/09/04	1,10	4,09
P100	21/09/04	0,70	3,99
P101	21/09/04	1,00	3,79
P102	23/09/04	1,30	3,60
P103	23/09/04	1,30	3,64
P104	23/09/04	1,30	3,58
P105	23/09/04	1,60	3,72
P106	23/09/04	1,40	3,82
P107	23/09/04	1,00	3,80
P108	23/09/04	1,20	0,84
P109	29/09/04	1,40	3,69
P110	28/09/04	1,30	3,66
P111	28/09/04	1,30	3,72
P112	28/09/04	0,50	3,73
P113	28/09/04	0,60	3,60
P114	28/09/04	0,50	3,40
P115	28/09/04	0,60	3,14
P116	28/09/04	0,60	3,19
P117	28/09/04	0,70	3,16
P118	28/09/04	0,70	3,30
P119	xx		
P120	05/10/04	4,20	4,78
P121	05/10/04	3,00	4,93
P122	05/10/04	2,50	5,18
P123	05/10/04	2,50	5,18
P124	05/10/04	2,20	5,25
P125	05/10/04	2,30	5,22
P126	07/10/04	0,90	5,80
P127	07/10/04	2,00	5,88
P128	07/10/04	0,80	6,99
P129	07/10/04	0,80	7,03
P130	07/10/04	1,50	7,35
P131	08/11/04	3,00	5,80
P132	xx		
P133	07/10/04	1,80	8,17
P134	07/10/04	1,50	8,25
P135	08/11/04	3,50	7,10
P136	xx		
P137	08/11/04	2,20	7,23
P138	08/11/04	2,90	7,37
P139	10/11/04	1,00	8,40
P140	10/11/04	2,00	8,47
P141	10/11/04	1,00	8,41
P142	10/11/04		
P143	10/11/04		

Fonte: Banco de dados da Agêngia Ambiental Taubaté – CETESB (2007)

Gráfico 44 - Monitoramento Regional (2004)

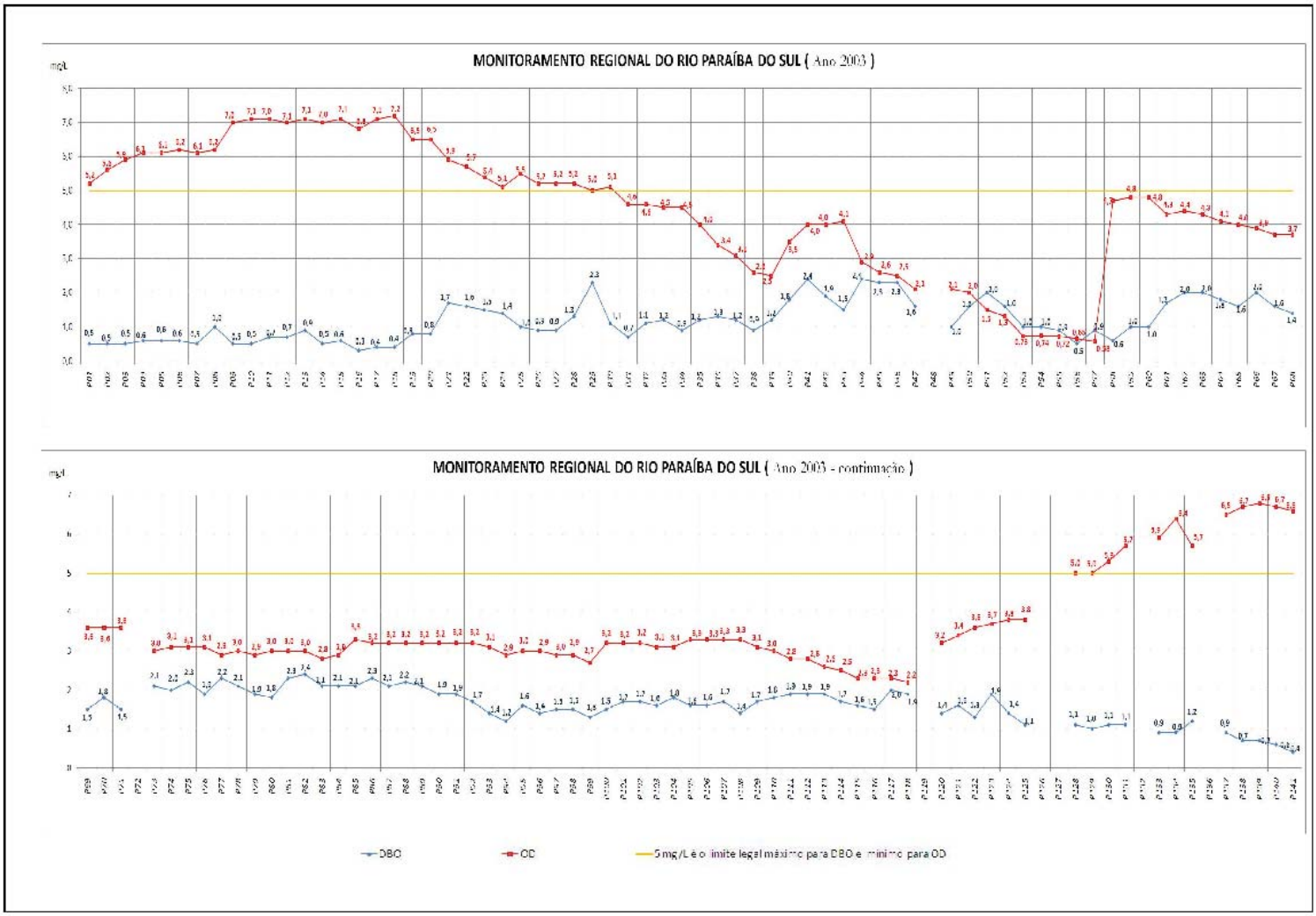


Tabela 31 - Monitoramento Regional (2005)

Ponto	Data da Amostra	DBO	OD
P01	23/08/05	0,6	6,08
P02	23/08/05	0,4	6,42
P03	23/08/05	0,5	6,78
P04	23/08/05	0,3	7,06
P05	23/08/05	0,5	6,57
P06	25/08/05	0,7	6,55
P07	25/08/05	0,6	6,54
P08	25/08/05	0,6	6,60
P09	25/08/05	0,6	7,00
P10	25/08/05	0,5	6,98
P11	25/08/05	0,6	7,10
P12	12/09/05	0,7	7,12
P13	12/09/05	0,6	7,15
P14	12/09/05	0,7	7,13
P15	12/09/05	0,7	7,13
P16	12/05/08	2,1	7,15
P17	12/09/05	0,6	7,49
P18	14/08/05	0,5	7,55
P19	14/09/05	0,8	7,58
P20	14/09/05	0,9	7,56
P21	14/09/05	0,7	7,45
P22	14/09/05	0,7	7,83
P23	19/09/05	0,6	7,70
P24	19/09/05	0,7	7,64
P25	19/09/05	1,9	7,36
P26	21/09/05	1,1	7,05
P27	21/09/05	1,8	7,20
P28	21/09/05	1,6	6,90
P29	21/09/05	1,5	6,80
P30	21/09/05	0,9	6,54
P31	05/10/05	1,4	6,29
P32	05/10/05	1,5	6,13
P33	05/10/05	1,5	6,00
P34	05/10/05	1,4	5,89
P35	05/10/05	1,0	5,38
P36	05/10/05	3,9	5,00
P37	22/09/05	1,4	4,60
P38	22/09/05	1,7	4,06
P39	22/09/05	1,3	3,87
P40	06/10/05	1,4	4,48
P41	06/10/05	1,7	4,42
P42	06/10/05	1,8	4,41
P43	06/10/05	1,9	4,58
P44	06/10/05	2,2	4,37
P45	06/10/05	1,6	4,00
P46	06/10/05	2,0	3,54
P47	06/10/05	2,8	3,07
P48	xx		

Ponto	Data da Amostra	DBO	OD
P49	13/10/05	1,2	2,64
P50	13/10/05	0,8	2,62
P51	13/10/05	1,0	2,66
P52	13/10/05	1,0	2,61
P53	13/10/05	3,0	2,00
P54	13/10/05	1,1	1,60
P55	13/10/05	1,3	1,55
P56	13/10/05	0,9	1,52
P57	13/10/05	1,1	1,74
P58	24/10/05	2,0	5,90
P59	24/10/05	1,8	5,92
P60	24/10/05	1,7	5,84
P61	24/10/05	1,6	5,75
P62	24/10/05	1,7	5,75
P63	24/10/05	1,7	5,69
P64	24/10/05	1,6	5,64
P65	24/10/05	1,6	5,55
P66	24/10/05	1,7	5,38
P67	24/10/05	1,7	5,24
P68	24/10/05	1,7	5,17
P69	24/10/05	1,6	5,14
P70	24/10/05	1,7	5,02
P71	03/11/05	1,2	5,10
P72	03/11/05	0,9	5,00
P73	03/11/05	1,5	4,30
P74	07/11/05	1,4	4,36
P75	07/11/05	1,6	4,24
P76	07/11/05	1,6	4,36
P77	07/11/05	1,7	4,40
P78	07/11/05	1,6	4,68
P79	07/11/05	1,5	4,42
P80	07/11/05	1,7	4,58
P81	03/11/05	1,8	4,50
P82	07/11/05	1,6	4,20
P83	07/11/05	1,6	4,44
P84	07/11/05	1,6	4,48
P85	07/11/05	1,5	4,58
P86	07/11/05	1,3	4,40
P87	07/11/05	1,3	4,34
P88	07/11/05	1,3	4,30
P89	08/11/05	1,3	4,28
P90	08/11/05	1,2	4,22
P91	08/11/05	1,2	4,16
P92	08/11/05	1,2	4,08
P93	08/11/05	1,1	4,04
P94	08/11/05	1,1	4,08
P95	08/11/05	1,1	4,04
P96	08/11/05	1,0	3,94

Ponto	Data da Amostra	DBO	OD
P97	08/11/05	1,0	3,84
P98	16/11/05	1,4	3,02
P99	16/11/05	1,4	3,28
P100	16/11/05	1,3	3,04
P101	16/11/05	1,2	3,18
P102	16/11/05	1,2	3,28
P103	16/11/05	1,4	3,38
P104	16/11/05	1,3	3,28
P105	16/11/05	1,3	3,30
P106	16/11/05	1,2	3,44
P107	16/11/05	1,2	3,36
P108	16/11/05	2,0	3,42
P109	16/11/05	1,4	3,44
P110	16/11/05	1,1	3,46
P111	17/11/05	1,0	3,10
P112	17/11/05	1,1	3,04
P113	17/11/05	1,0	3,06
P114	17/11/05	1,0	2,96
P115	17/11/05	0,8	2,76
P116	17/11/05	0,7	2,64
P117	17/11/05	0,7	2,80
P118	17/11/05	0,9	2,68
P119	xx		
P120	17/11/05	0,8	3,70
P121	17/11/05	0,9	3,82
P122	17/11/05	0,8	3,98
P123	17/11/05	0,8	3,94
P124	21/11/05	1,6	3,80
P125	21/11/05	1,5	3,68
P126	21/11/05	1,7	3,68
P127	xx		
P128	21/11/05	2,0	4,62
P129	21/11/05	2,2	4,84
P130	xx		
P131	21/11/05	1,7	5,74
P132	xx		
P133	21/11/05	1,5	6,40
P134	30/11/05	1,8	6,40
P135	30/11/05	1,5	6,48
P136	xx		
P137	30/11/05	1,3	6,42
P138	01/12/05	1,2	6,60
P139	01/12/05	1,2	6,78
P140	01/12/05	1,0	6,60
P141	01/12/05	1,0	6,08
P142	01/12/05		
P143	01/12/05		

Fonte: Banco de dados da Agêngia Ambiental Taubaté – CETESB (2007)

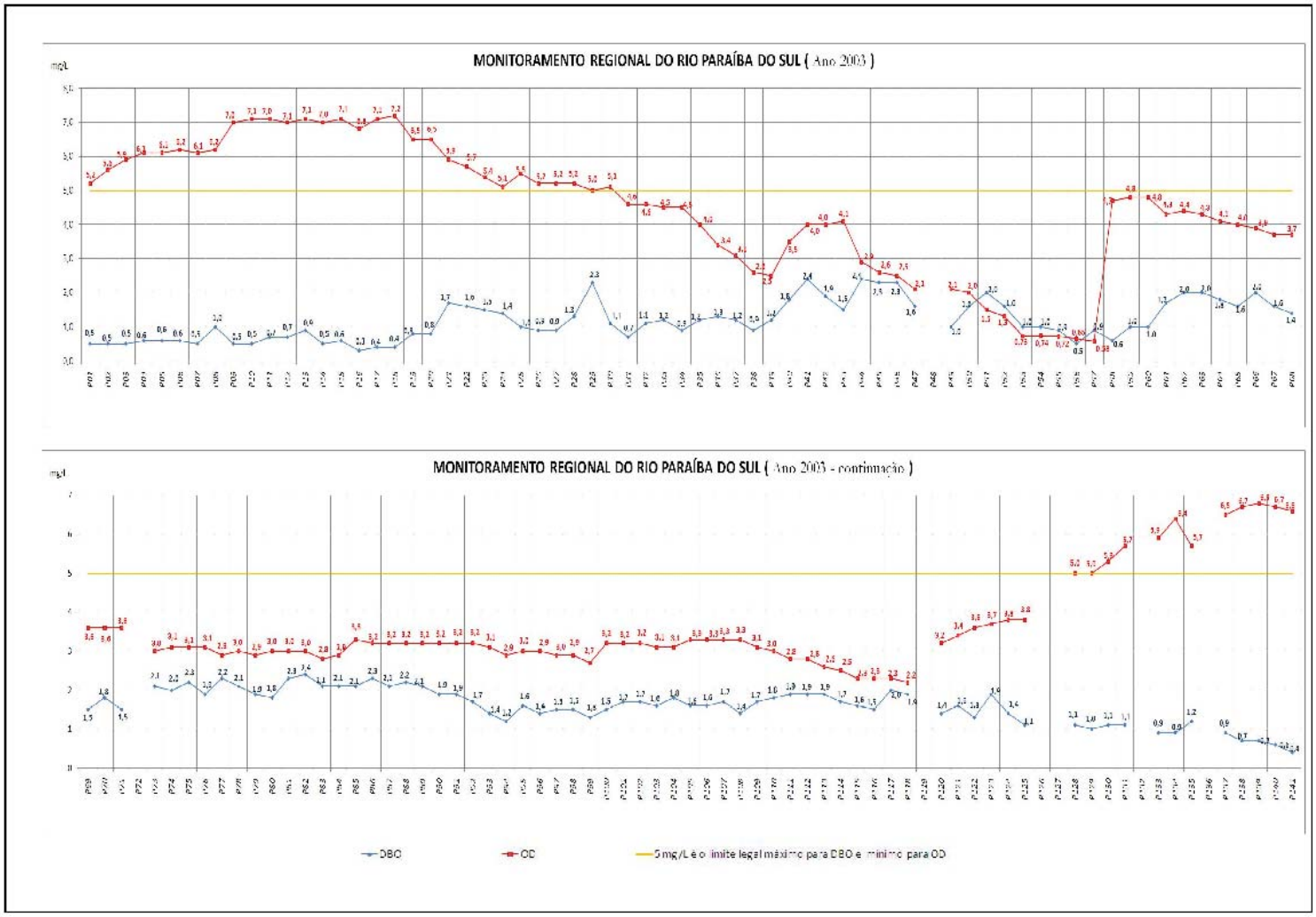
Gráfico 45 - Monitoramento Regional (2005)

Tabela 32 - Monitoramento Reginal (2006)

Ponto	Data da Amostra	DBO	OD
P01	21.08.06	1,1	6,39
P02	---		
P03	---		
P04	21.08.06	0,6	7,09
P05	22.08.06	2	7,35
P06	---		
P07	---		
P08	22.08.06	2	7,57
P09	24.08.06	2	7,62
P10	---		
P11	---		
P12	24.08.06	2	7,77
P13	24.08.06	2	7,86
P14	28.08.06	0,8	7,73
P15	---		
P16	28.08.06	0,7	7,93
P17	28.08.06	0,8	8,10
P18	28.08.06	1,0	8,20
P19	28.08.06	0,6	8,21
P20	28.08.06	0,6	8,54
P21	31.08.06	0,6	8,07
P22	31.08.06	0,7	8,17
P23	---		8,72
P24	31.08.06	0,9	
P25	---		
P26	---		7,01
P27	04.09.06	0,3	6,61
P28	11.09.06	0,4	6,69
P29	11.09.06	0,5	6,71
P30	12.09.06	0,7	6,5
P31	12.09.06	0,2	6,51
P32	12.09.06	0,3	6,46
P33	12.09.06	0,2	6,49
P34	12.09.06	0,3	6,5
P35	12.09.06	1,0	6,33
P36	12.09.06	1,1	6,25
P37	12.09.06	0,5	6,16
P38	12.09.06	0,7	6,07
P39	12.09.06	1,4	6,03
P40	19.09.06	0,4	5,45
P41	20.09.06	1,0	5,23
P42	---		
P43	20.09.06	1,2	5,28
P44	20.09.06	1,1	5,59
P45	---		
P46	09.10.06	1,1	4,82
P47	09.10.06	1,0	4,85
P48	09.10.06	1,5	4,62
P49	---		
P50	16.10.06	2,1	2,65
P51	---		
P52	16.10.06	1,7	3,3
P53	16.10.06	1,8	3,15
P54	16.10.06	1,8	3,07
P55	16.10.06	1,6	3,03
P56	25.10.06	2,0	3,60
P57	25.10.06	2	3,6
P58	06.11.06	0,9	5,99
P59	06.11.06	0,8	6,31
P60	---		
P61	06.11.06	0,9	6,31
P62	---		
P63	06.11.06	0,9	5,94
P64	---		
P65	07.11.06	1,2	5,88
P66	---		
P67	07.11.06	1,5	5,63
P68	07.11.06	1,5	5,76
P69	07.11.06	1,5	5,7
P70	---		
P71	---		
P72	---		
P73	---		
P74	16.11.06	0,9	6,81
P75	---		
P76	16.11.06	0,7	7,08
P77	16.11.06	0,6	6,74
P78	16.11.06	0,5	6,68
P79	16.11.06	0,5	6,61
P80	---		
P81	20.11.06	3,2	5,62
P82	20.11.06	2,8	5,80
P83	---		
P84	20.11.06	3,1	5,38
P85	---		
P86	20.11.06	2,1	5,50
P87	20.11.06	1,9	5,41
P88	23.11.06	2,2	6,05
P89	23.11.06	2,2	5,94
P90	23.11.06	2,7	5,92
P91	---		
P92	23.11.06	1,9	5,93
P93	23.11.06	1,8	5,98
P94	---		
P95	23.11.06	0,8	5,73
P96	27.11.06	1,2	5,47
P97	---		
P98	---		
P99	27.11.06	1,9	5,33
P100	27.11.06	1,8	5,13
P101	---		
P102	---		
P103	---		
P104	19.12.06	2,4	5,01
P105	---		
P106	---		
P107	---		
P108	19.12.06	2,2	5,27
P109	---		
P110	09.01.07	2,8	5,08
P111	09.01.07	3,5	4,84
P112	29.01.07	1,3	4,53
P113	---		
P114	29.01.07	0,5	4,33
P115	29.01.07	0,8	4,22
P116	29.01.07	0,9	4,13
P117	31.02.07	1,6	4,09
P118	31.01.07	1,3	4,19
P119	---		
P120	---		
P121	---		
P122	---		
P123	---		
P124	---		
P125	---		
P126	---		
P127	---		
P128	---		
P129	---		
P130	---		
P131	---		
P132	---		
P133	---		
P134	---		
P135	---		
P136	---		
P137	---		
P138	23.01.07	1,9	7,07
P139	23.01.07	2,3	6,97
P140	23.01.07	1,9	6,99
P141	23.01.07	0,2	7,00
P142	23.01.07	2,9	8,97
P143	23.01.07	3,0	8,96

Fonte: Banco de dados da Agêngia Ambiental Taubaté – CETESB (2007)

Gráfico 46 - Monitoramento Regional (2006)



10. Considerações finais

O rio Paraíba do Sul é realmente um rio especial e interessante, conforme visto neste estudo. O seu curso atravessa regiões de serras e planícies, o que proporciona ao corpo d'água uma diversidade de ambientes que, sem dúvida o enriquecem.

A sua morfologia fluvial, no trecho paulista, apresenta formas distintas ao longo do seu percurso, morfologia que, neste trabalho, foi dividida em três partes: trecho 01 (na saída da represa de Santa Branca até Guararema), trecho 02 (de Jacareí até Lorena – área meandrada) e o trecho 03 (de Lorena até Queluz – divisa do Estado do Rio de Janeiro).

As condições de poluição por carga orgânica de origem doméstica que o rio apresentou neste período estudado de dez anos possuem relação direta com a geomorfologia do Vale do Paraíba. No mais, há uma relação também com e a morfologia fluvial do rio, uma vez que este trabalho identifica os maiores problemas de poluição, no grande trecho meandrado do caudal, trecho este quase todo inserido na bacia sedimentar de Taubaté.

Nesta região está localizada a planície aluvial do rio Paraíba do Sul, que se caracteriza por uma área plana, com muita disponibilidade hídrica, esta condição, é a ideal para a ocupação e instalação de cidades.

Ambientalmente, a região é muito sensível, pois a baixa declividade, associada à alta sinuosidade do rio, contribuem para a concentração de poluentes na massa d'água e nos sedimentos.

A rede de drenagem é rica, apesar da contribuição dos afluentes não ser em volume expressivo, exceto as das sub-bacias 01 e 03. Entretanto, tais contribuições são constantes, devido à morfologia do Vale do Paraíba, e o entalhamento do rio, que possui origem de movimentação tectônica, o que facilita a drenagem dos tributários para a calha principal.

Deve-se ressaltar ainda, que a vazão do rio Paraíba do sul foi alterada, quando das construções das barragens de Paraibana, Santa Branca e a do Jaguarí. Hoje esta vazão é controlada pelo operador do sistema no Estado de São Paulo.

As formações geomorfológicas na região do Vale do Paraíba no trecho paulista, que, neste trabalho, é chamado de “Barreiras de Proteção Ambiental”, atuam como limitador físico da expansão urbana. Isto de certa maneira, protege áreas sensíveis da bacia, que em determinadas regiões de importância ambiental do Vale estão expostas às agressões de natureza antrópica.

Essas barreiras são as Serras do Mar e da Mantiqueira, a região dos Mares de Morros, e a conformação geomorfológica geral do Vale do Paraíba.

A forma do Vale, também rege o clima regional, já que as formações de instabilidade climáticas, advindas do oceano ou as frentes frias do sul, são direcionadas pelo relevo, fazendo que, as precipitações pluviométricas ocorram em maiores quantidades nas áreas dos mananciais formadores das represas instaladas no Vale do Paraíba.

Dentro das análises realizadas, em conformidade com as interpretações dos dados relativos aos valores obtidos nos pontos de monitoramento, constantes neste estudo, pode-se afirmar que: o rio Paraíba do Sul não apresenta grande variabilidade nos parâmetros selecionados, para o dimensionamento da evolução da carga orgânica de origem doméstica no recorte temporal definido para o estudo.

Portanto, assim, o rio possui, na média geral, boas condições de qualidade da água em relação aos parâmetros DBO e OD, em todo o seu percurso do trecho paulista, exceto na região entre São José dos Campos e Caçapava, em por causa de grandes lançamentos de esgoto sem tratamento.

Esta área localiza-se justamente, no trecho meandrado do rio, que conforme já discutido neste estudo, é a área mais sensível a ações antrópicas que geram poluição, em virtude da morfologia fluvial, e onde o adensamento populacional e industrial é maior.

Hoje, a Bacia do Rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, conta com remoção de carga orgânica de origem doméstica em torno de 28%, o que não é suficiente para a manutenção dos índices dentro do padrão legal.

Com tudo isso o rio já apresenta sinais de estar muito perto do esgotamento da sua capacidade de suporte; e o risco de entrar em processo de eutrofização no trecho meandrado é grande.

Portanto, as medidas mitigadoras para a proteção da qualidade das águas do rio, no trecho paulista, principalmente na região meandrada, devem constar, principalmente, de melhoria dos índices de tratamento de esgotos e de um levantamento das indústrias presentes no Vale do Paraíba, que tenham a capacidade de gerar efluentes que possam alterar a qualidade de suas águas. As informações de tal levantamento devem fornecer dados da carga orgânica e inorgânica, vazão de captação e lançamento de efluentes, e a situação atual do licenciamento ambiental.

Essas informações são de extrema importância para o planejamento das ações de correção dos tratamentos de efluentes industriais, bem como para o dimensionamento das cargas poluidoras na bacia.

Em relação às Estações de tratamento de Esgotos (ETE's), a implantação desses sistemas é, com certeza a de maior urgência, em virtude do baixo número de sistemas desse tipo existentes na bacia.

O número de estações de tratamento de esgotos praticamente não se alterou no período estudado, conforme o Tabela 8 (Comparação das porcentagens de tratamento).

Os pontos de monitoramento distribuídos ao longo da calha do rio foram alocados de modo a atender as necessidades de controlar as condições de qualidade do rio Paraíba do Sul, até a divisa com o Estado do Rio de Janeiro. Até certo momento, tais pontos, conseguiam refletir as condições gerais a situação geral das águas do rio.

Entretanto, a região do Vale do Paraíba, nesses últimos dez anos, experimentou um expressivo crescimento populacional, além da instalação de indústrias. Assim, a quantidade de pontos para monitoramento das águas do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, já não se faz suficiente para atender às necessidades de controle da qualidade, em função deste novo cenário é recomendável que a Agência Ambiental Paulista promova estudos a fim de aumentar a malha de pontos de monitoramento, em um novo recorte espacial, que possibilitará dados mais precisos da evolução da carga orgânica, desde a represa de Paraibuna até a entrada da represa do Funil.

Os dados de DBO e OD devem ser acrescidos com outros parâmetros, tais como: as cargas inorgânicas e os pesticidas em geral, em função da atividade agrícola na região, principalmente a cultura de arroz. Isto

possibilitará o controle das fontes de poluição de modo criterioso e preciso; as intervenções referentes aos poluentes desenquadrados da legislação ambiental serão rapidamente qualificados e localizados o que minimiza substancialmente os impactos gerados ao longo da calha do rio.

11. Conclusão

Em relação à hipótese deste trabalho, de que as águas do rio Paraíba do Sul estariam em condições inadequadas em todo o percurso do trecho paulista, por causa da presença de alta carga orgânica de origem doméstica, por lançamentos de esgotos não tratados no trecho, sob este aspecto não se confirmou.

A interpretação e análise dos dados, no período estudado, demonstram que a concentração de matéria orgânica do rio Paraíba do Sul, está dentro dos padrões exigidos pelas legislações Estadual e Federal, que neste caso, para um rio de classe 2, o limite estabelecido é de 5 mg/L, tanto para a DBO quanto para o OD.

Portanto, não procedem as afirmações feitas pelo Estado do Rio de Janeiro, por meio da sua agência ambiental a FEEMA, bem como os reclamos do então Deputado Estadual pela Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, hoje Ministro do Meio Ambiente Carlos Minc, que afirmaram que a represa do Funil está em estado de eutrofização, em virtude da poluição

provinda do Estado de São Paulo, como já visto.

Os resultados deste trabalho, em suma, não apontam tal grau de poluição no rio Paraíba do Sul no ponto de monitoramento antes da entrada na represa do Funil.

Entretanto, é aceitável a preocupação do Estado do Rio de Janeiro com a qualidade das águas do rio a montante da represa do Funil.

Trata-se do principal recurso hídrico que abastece a cidade do Rio de Janeiro, através de um desvio feito no rio Paraíba do Sul, a jusante do município de Volta Redonda, chamado de Canal de Santa Cecília.

Como os dados deste estudo revelam o rio Paraíba do Sul está com suas águas comprometidas entre São José dos Campos e Caçapava (trecho meandrado), próximo de um estado crítico; e este fato, pode sim, alterar a qualidade das águas que chegam à represa do Funil.

Cabe ainda ressaltar que, o volume de efluentes industriais despejados na rede hídrica da bacia não foi qualificado e quantificado neste estudo, o que pode aferir ao rio grau de poluição fora dos padrões exigidos por lei, em virtude desses lançamentos, e inviabilizar o uso dessas águas para o abastecimento público na bacia hidrográfica, no trecho paulista, consequentemente, na região metropolitana do Rio de Janeiro.

Em relação ao objetivo proposto neste trabalho, que foi de avaliar a carga

orgânica de origem doméstica ao longo de um período de dez anos no rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, este parece ter sido atendido. Foi possível verificar a evolução desse tipo de despejo, com segurança, com as informações constantes neste estudo, chega-se a conclusão que o rio Paraíba do Sul está ainda em boas condições ambientais.

Mas os cuidados a serem tomados a fim de que suas águas não entrem em estado de eutrofização, já que ainda faltam retirar da bacia uma carga orgânica remanescente de origem doméstica de **75.427 Kg/DBO/dia,** deve ser colocada em prática com a máxima urgência, pois as consequências serão sentidas rapidamente no trecho paulista. E isto pode prejudicar em um futuro próximo, a qualidade das águas na represa do Funil.

As condições de tratamento de esgotos de origem doméstica, dos 34 municípios que compõem a bacia hidrográfica, praticamente não se alteraram no período dos anos de 1998 a 2007. A implantação de estações de tratamento, desde a criação do Comitê da Bacia do rio Paraíba do Sul, está ainda em fase inicial de projeto ou início de obras. Isto demonstra que, o Comitê da Bacia, que é responsável pelo planejamento dos investimentos a serem realizados na região, não teve como prioridade o tratamento de esgotos domésticos durante esse período de 13 anos de existência.

12. Referências bibliográficas

Ab'Saber, A. (1954). A Geomorfologia do Estudo de São Paulo. In: A. Ab'Saber, *Aspectos Geográficos da Terra Bandeirante* (pp. 01-98). Rio de Janeiro, RJ, Brasil: IBGE.

Ab'Saber, A. (1957). Problema das Conexões Antigas e da Separação da Drenagem do Rio Paraíba do Sul e do Tietê. *Boletim Paulista de Geografia* .

Ab'Saber, A., & Bernardes, N. (1958). O Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Arredores de São Paulo. *Guia de Excursão no. 4 XXVIII - Congresso Internacional de Geografia - RJ* .

Almeida, F. F. (1974). *Fundamentos Geogólicos do Relevo Paulista.* São Paulo, SP, Brasil: EDUSP.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (1992). Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro, RJ: ABNT.

CEEIVAP - Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Agência de Pró-Gestão das Águas da Bacio Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Fundação COPPTEC, UFRJ. (2006). *Diagnóstico dos Recursos Hídriicos - Relatório Final.* Rio de Janeiro.

Collinson, J. D. (1986). Aluvial Sediments, in reading A.G. ed. Sedimentary Enviroments and Facies. *Scientific Publications* , p. 20 a 62.

Conti, J. B. (1973). *Circulação Securandária e Efeito Orográfico na Gênese das Chuvas na Região Lesnordeste Paulista - Tese de Doutorado.* São Paulo, SP, Brasil.

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. (2007). *http://www.feema.rj.gov/bacia_paraiba_do_sul.htm*. Acesso em 2007

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2004). *Estudos & Pesquisas. Informação Geográfica 4 - Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.* Anuário, Brasil.

INEA - Instituto Estado do Ambiente. (2008). *http://www.inea.rj.gov.br/inea/sobre.asp*. Acesso em 2008

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. (1990). *Geologia das Folhas de Jacareí, Tremembé e Pinda.* SCTDE, São Paulo.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (1982). Geologia Tectônica, Geomorfológica e Sismologia Regional de Interesse às Usinas Nucleares da Praia de Itaoma. São Paulo, SP, Brasil: IPT.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (1981). Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. *II* . São Paulo, SP, Brasil: IPT.

Leopold, L. B., Wolman, M. G., & Miller, J. P. (1964). *Fluvial Processes in Geomorphology.* San Francisco: Freeman & Co.

Metcalf & Eddy AECOM. (1991). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse.* New York: MacGraw-Hill Book Co.

Mial, A. D. (1985). Architectural Anual. *Earth Science Reviews* , 261-308.
Penteado, M. M. (1983). *Fundamentos de Geomorfologia* (3a. ed.). Rio de Janeiro, RJ, Brasil: IBGE.

Pivelli, R. P., & Kato, M. T. (2006). *Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físicos-Químicos.* São Paulo, SP, Brasil: ABES.

Riccomini, C. (1989). *Tese de Doutorado: O Rifit Continental do Sudeste do Brasil.* São Paulo.

Ross, J. L. (2005). *Geomorfologia - Ambiente e Planejamento.* São Paulo: Contexto.

Ross, J. L. (1999). Relevo Brasileiro: Planaltos, Planícies e Depressões. In: A. F. Carlos, *Novos Caminhos da Geografia.* São Paulo: Contexto.

Santos, C. A., & Sobreira, F. G. (2008). *Análise Morfométrica como Subsídio ao Zoneamento Territorial: O Caso das Bacias do Córrego Carioca, Córrego do Bação e Ribeirão Carioca na Região do Alto do Rio das Velhas - MG.* Belo Horizonte.

Saussen, T. M. (1988). *Modificação na Forma do Canal do rio em Função da Ação Antrópica - Exemplo: Rio Paraíba do Sul - São Paulo.* São Paulo.

Secretaria de Recursos Hidrícos e Saneamento - DAEE - Conselho Estadual de Recursos Hidrícos. (2005). *Plano Estadual de Recursos Hidrícos - 2004-2007.* São Paulo.

Secretaria de Recursos Hidrícos, Saneamento e Obras - DAEE. (1999). *Relatório de Situação dos Recursos Hidrícos do Estado de São Paulo.* São Paulo.

SMA - Secretaria do Meio Ambiente / CPLA - Coordenadoria de Planejamento Ambiental. (1989). *Recuperação da Qualidade Ambiental da Bacia do rio Paraíba do Sul (subsídios para o disciplinamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica).* São Paulo.

SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. (2007). *Diagnóstico Ambiental do Estado de São Paulo.* São Paulo.

Suguio, K., & Bigarella, J. J. (1979). *Ambiente Fluvial. In Bigarella et al eds. Ambiente de Sedimentação e sua Interpretação e Importância.* Curitiba: ADEA.