

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO AQUÁTICO DO RIO IPANEMA, SOROCABA/SP

WATER ENVIROMENTAL DIAGNOSTIC OF IPANEMA RIVER, SOROCABA / SP

Fábio Henrique Bello¹, Manuel Enrique Gamero Guandique²

¹Graduando em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Paulista (UNESP).
e-mail: fabiohbello@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. Departamento de Engenharia Ambiental,
Universidade Estadual Paulista (UNESP). e-mail: enrique@sorocaba.unesp.br

RESUMO

A bacia do rio Ipanema encontra-se inserida na unidade de gerenciamento de recursos hídricos 10 (UGRHI's 10 – Sorocaba/Médio Tietê), especificamente na bacia do rio Sorocaba. O rio Sorocaba é o afluente mais importante da margem esquerda do Médio Tietê, drenando uma área de 5269 Km², sendo o rio Ipanema um de seus vários afluentes da margem esquerda. A UGRHI 10 abrange trinta e quatro municípios, dos quais dezoito se encontram na bacia do rio Sorocaba. O desenvolvimento destes municípios tem aumentado cada vez mais a carga poluidora lançada na bacia do Sorocaba, entretanto, até dez anos atrás muitos de seus afluentes apresentavam de boa a ótima qualidade da água, qualidade essa que se reduziu em virtude de receberem esgotos *in natura* (sem tratamento), provenientes de loteamentos situados na periferia de Sorocaba e outros municípios. O rio Ipanema, cujas águas estão em processo de deterioração em decorrência da emissão de esgotos, é um rio situado na periferia de vários municípios, entre eles Sorocaba e Araçoiaba da Serra. Sendo assim, o diagnóstico ambiental do meio aquático do rio Ipanema pode servir de subsídio para iniciativas de proteção dos ecossistemas aquáticos bem como do recurso hídrico. O presente trabalho foi realizado através de campanhas de amostragens mensais de três pontos ao longo do rio Ipanema pelo período do ano de 2009, de forma a perceber possíveis variações espaciais e sazonais da qualidade da água do meio aquático através da análise de doze parâmetros considerados significativos para a qualidade do rio, sendo que nove deles foram utilizados para o cálculo do Índice de Qualidade da água (IQA) e um para o cálculo do Índice de estado Trófico (IET). As águas do rio Ipanema apresentaram boa qualidade com relação ao IQA apesar de alguns valores de parâmetros acima do estipulado pela CONAMA 357/05.

Palavras - chave: Rio Ipanema. Diagnóstico ambiental. Qualidade da água.

ABSTRACT

The Ipanema river basin is inserted in the water resources management unit 10 (UGRHI's 10 - Sorocaba / Medium Tietê), specifically in the Sorocaba river basin. The Sorocaba river is the most important affluent on the mark left of Medium Tietê, draining an area of 5269 Km², where the Ipanema river is one of its various afluentes of the left mark. The UGRHI 10 covers thirty-four cities, of which eighteen are in the Sorocaba River basin. The development of this cities have grown pollution load released into the Sorocaba River basin, however, at ten years behind many tributaries

of the Sorocaba river had good to excellent quality of water, which was reduced by virtue of receiving sewage *in natura* (no treatment), from land plots located on the outskirts of Sorocaba and other municipality on. The Ipanema river, whose waters are in the process of deterioration in due to the issue of the sewage emission, is a river located in the outskirts of various cities, among them Sorocaba and Araçoiaba da Serra. Thus, the water environmental diagnostic of the river can provide support to initiatives of protection of water ecosystems and water resources. This study was conducted across monthly campaigns in three sampling points along the Ipanema river by period of 2009, in order to understand possible spatial and seasonal variations in the quality of water through analysis of twelve parameters considered significant to measure the quality of the river, being 9 of them used to calculate the Water Quality Index (IQA) and one of them used to calculate the trophic state index (IET). The Ipanema River's water showed good quality of IQA and some parameters above those stipulated by the CONAMA 357/05 Resolution.

Keywords: Ipanema River. Environmental diagnostics. Water quality.

1. INTRODUÇÃO

A bacia do rio Ipanema se encontra inserida na bacia Hidrográfica do rio Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10), localizada no centro-sudeste do Estado de São Paulo. A UGRHI 10 abrange trinta e quatro municípios, dos quais dezoito se encontram na bacia do rio Sorocaba, o afluente mais importante da margem esquerda do Médio Tietê, drenando uma área de 5269 Km², sendo o principal rio da bacia de mesmo nome.

O estudo das atividades humanas e suas influências sobre a qualidade da água demandam a consideração que corpos hídricos possuem capacidade de refletir alterações em seus estados em função de atividades antrópicas. Pesquisas realizadas na bacia do rio Piracicaba, demonstraram que o maior impacto nos rios dessa bacia foi causado pelo despejo de esgoto doméstico sem tratamento (MARTINELLI, et al. 1999). A influência antrópica sobre a qualidade da água esta fortemente associada ao crescimento das atividades agropecuárias, industriais e da urbanização, acarretando em alterações negativas significativas sobre a qualidade das águas (HADDAD, 2007).

O conhecimento do estado das águas auxilia na definição de seus usos pretendidos, bem como avaliar sua qualidade e mostrar indícios que atividades humanas causam ou podem causar sua degradação. Desta forma, torna-se relevante e necessário tentar manter e preservar a qualidade dos cursos de água, pois isto influencia diretamente a disponibilidade e custo no tratamento de água para o abastecimento público (TUNDISI, 2003).

O objetivo deste trabalho é diagnosticar o meio aquático do rio Ipanema pelo monitoramento da qualidade de suas águas utilizando dois índices de qualidade referentes a corpos hídricos, o IQA (índice de qualidade da água) e o IET (Índice de estado trófico) e sua relação com o entorno para possível utilização deste recurso para o abastecimento da região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem

O estudo foi realizado com amostras de água coletadas mensalmente, durante todo o ano de 2009, em três diferentes pontos ao longo do rio Ipanema com um balde coletor e, posteriormente, armazenadas em garrafas de polietileno tereftalato (PET) e conservadas em refrigerador. Estes pontos foram posicionados à jusante de diversas fontes direta ou indiretamente poluidoras, como cultivos e zonas urbanas.

A área da bacia hidrográfica do rio Ipanema esta inserida na bacia hidrográfica do Sorocaba Médio-Tietê UGRHI -10 e possui uma área aproximada de 100 km² localizada entre as coordenadas geográficas Latitude 23° 37' 14" e 23° 30' 38" S e 47° 29' 16" e 47° 32' 58" W. O comprimento do rio é de 15,2 km, com perímetro de 42,3 km e declividade equivalente de 10,4 m/km.



Figura 1. Localização dos pontos de amostragem.

A Tabela 1 contém a descrição da localização dos pontos detalhadamente.

Tabela 1 - Descrição da localização dos pontos.

Pontos	Coordenadas UTM	
	Norte	Leste
P1 - Antes da Represa do SAAE Sorocaba, Rodovia Salto de Pirapora	7391942	245544
P2 - Saída da Represa após captação de água pelo SAAE Sorocaba	7394268	242756
P3 - 100 metros à jusante da ETE Ipaneminha	7396586	240033

2.2 Vazões

As vazões em cada um dos pontos de coleta do Rio Ipanema foram calculadas por meio da técnica seção versus velocidade.

A medição da largura do rio foi realizada utilizando uma trena simples, uma corda, bem como as profundidades utilizadas nos cálculos, foram medidas através de uma haste graduada, ambas em metros.

A velocidade do fluxo do canal foi medida utilizando um Correntômetro de Hélice, mais conhecido como Molinete Hidrométrico. Este aparelho serve especificamente, para medir a velocidade da água, em metros por segundo, da seguinte maneira: ele é conectado a uma base eletrônica, o qual captará a quantidade de pulsos que a hélice sofreu, devido à passagem do fluxo da água do canal, em um determinado período de tempo. Este equipamento fica preso ao coletor que está equipado com roupas impermeáveis, dentro do canal.

Após saber a quantidade de voltas que a hélice sofreu, será possível então, calcular a velocidade do fluxo através da equação do molinete. Esta equação é fornecida pelo fabricante do aparelho, variando assim entre as diversas marcas e modelos.

Assim sendo, para determinar a velocidade da água, nos 3 pontos de monitoramento, através do mini-molinete utilizado, seguiu-se a equação correspondente abaixo:

$$v = K \cdot n + D$$

Equação 1 - Equação para velocidade do mini-molinete Hidromec.

n = revoluções da hélice por segundo.

k = passo hidráulico, em m, determinado por ensaios de arraste no canal de medição.

D = constante do molinete (m/seg.), determinada por ensaios de arraste no canal de medição.

2.3 Determinação de parâmetros *in situ*

O oxigênio dissolvido, pH, condutividade e temperatura da água foram determinados *in situ* utilizando-se respectivamente os seguintes aparelhos portáteis de medição após devidas calibrações: oxímetro WTW Oxi 315i com sensor CelloX 325, pHmetro WTW pH 315i, condutímetro LF 330 e termômetro.

2.4 Determinação dos parâmetros laboratoriais

O monitoramento da qualidade de água no rio Ipanema envolveu onze parâmetros julgados necessários para refletir possíveis impactos de atividades urbanas, agrícolas e industriais. Foram 4 parâmetros medidos *in situ* com a utilização de instrumentos portáteis e os 7 parâmetros restantes foram analisados pelo laboratório do SAAE Sorocaba. Os procedimentos de coleta das amostras para análises laboratoriais seguiram os padrões estabelecidos pela CETESB.

2.4.1 Nitrogênio kjeldahl total

O nitrogênio kjeldahl total das amostras foi determinado utilizando-se a metodologia da Norma Técnica CETESB L5 139. O nitrogênio da amostra é convertido em sulfato de amônio, sem se retirar a amônia anteriormente, através da digestão do ácido sulfúrico, sulfato de potássio e sulfato de mercúrio. O material digerido é tratado com tiosulfato de sódio em ambiente alcalino e a amônia resultantes, após destilada, é recolhida em ácido bórico, obtendo-se a concentração por titulação.

2.4.2 Fósforo total

A determinação da concentração de fósforo total foi realizada seguindo a metodologia da Norma Técnica CETESB L5 128. As amostras foram filtradas por um filtro de membrana de 0,45

micrômetros, digeridas com persulfato e o ortofosfato foi determinado colorimetricamente através do método do ácido ascórbico, encontrando-se assim o fósforo total.

2.4.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A DBO foi determinada utilizando-se a metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW, 2005).

2.4.4 Sólidos Totais

Os sólidos totais foram determinados utilizando-se o método gravimétrico para águas e efluentes domésticos e industriais (10 a 2000 mg/L) NBR 10664/89. Preparou-se uma porção homogênea de amostra de volume 100 mL que foi transferida para uma cápsula de evaporação, previamente tarada, evaporada em banho-maria e seca em estufa. Esse aumento de massa em relação à massa de cápsula vazia correspondeu à quantidade do resíduo total.

2.4.5 Cor

A cor nas amostras de água foi determinada através do método do Cloroplatinato de Potássio, do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW, 2005).

2.4.6 Turbidez

A determinação de Turbidez das amostras foi realizada pelo método nefelométrico, seguindo a metodologia descrita em APHA (1995).

2.4.7 Coliformes Fecais

A determinação de coliformes termotolerantes nas amostras foi realizada pela técnica de tubos múltiplos com meio A1, seguindo a metodologia da Norma Técnica CETESB L5 406. As duas soluções-estoque utilizadas, sendo a primeira (1,25 mL) preparada com 34,0g de Dihidrogeno fosfato de potássio e 1,0 L de água destilada. Já a segunda (5,0 mL) foi preparada com 81,1g de cloreto de magnésio e 1,0 L de água destilada. Misturando-se a solução final com as quantidades citadas e adicionando-se 1,0 L de água destilada, levou-se para a incubação por aproximadamente 24 horas e temperatura igual a 44°, seguindo para leitura. Se houver produção de gás, positivo para coliformes termotolerantes, caso contrário, teste negativo para os mesmos.

2.5 Índice de Qualidade da Água (IQA)

O IQA transmite de forma simples informações importantes sobre a qualidade da água. Dos onze parâmetros analisados, nove parâmetros monitorados foram inseridos nas suas respectivas equações que têm suas curvas correspondentes. Além disso, cada qual tem um peso que varia de acordo com sua importância relativa na composição do índice. O produto dos resultados das qualidades de cada um deles gerou um resultado final para o trecho no mês, sendo dado em uma escala que varia de 0 a 100. 7

O IQA foi calculado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sorocaba.

2.6 Índice de Estado Trófico (IET)

Para o cálculo do IET foi utilizado o de Carlson (1977), modificado por Toledo *et al.* (1983) para reservatórios tropicais e adaptado por Lamparelli (2004) para aplicação específica em ambientes lóticos (Equação 2), a seguir.

$$IET = 10 \times \left[6 - \frac{0,42 - 0,36 \times \ln(P)}{\ln 2} \right] - 20$$

Equação 2 – Equação de Carlson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como parâmetro de comparação dos resultados obtidos foram utilizados os limites máximos estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 18 de março de 2005 para águas doces de Classe II, considerada de boa qualidade, de baixo custo. De acordo com esta Resolução, corpos d'água enquadrados nesta classe são passíveis de destinação para abastecimento doméstico após tratamento convencional, assim como proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, criação natural e aquicultura e à atividade de pesca, ou seja, muito importante para uma região que está em desenvolvimento industrial acelerado.

3.1 Pluviometria e vazões

A precipitação influencia nos diversos parâmetros de qualidade de água na bacia de drenagem e na evolução ou diminuição da poluição da água (FARIAS, 2006).

Para os valores mensais de precipitação de janeiro a dezembro de 2009, observa-se boas quantidades de chuva praticamente o ano inteiro. Os meses de maior precipitação foram janeiro (339,8 mm), novembro (221,2 mm) e dezembro (256,1 mm) e os de menor precipitação, abril (55,9 mm), maio (51 mm) e junho (33,8 mm). O ano foi caracterizado por uma parte do inverno atipicamente chuvosa, chegando a valores de precipitação acima de 100 mm nos meses de julho (191,7 mm) e Setembro (149 mm).

As vazões médias do ano de 2009 em cada ponto estudado aumentam de montante à jusante, de P1 ao P3, com os valores respectivamente de (m^3/s): 0,33; 0,71 e 0,88. No cálculo destas vazões médias foram desconsiderados os valores dos meses de maio e dezembro, que por motivo de falta de equipamento não puderam ser calculados.

3.2 Parâmetros físicos

3.2.1 Cor e temperatura da água

A variação da cor nos três pontos não oscilou em função do período sazonal. Praticamente o ano inteiro de 2009 a cor manteve-se com valores altos ficando acima dos limites definidos pelo padrão ambiental da Resolução CONAMA 357/05 para um rio Classe II (valor máximo de 75 mg Pt/L), com exceção dos pontos P1 e P3 no mês de junho que apresentaram respectivamente valores de 71 e 72 mg Pt/L. Ressalta-se, ainda, que esse acréscimo pode ter decorrido do processo de erosão, decomposição da vegetação ribeirinha e lançamentos de esgotos que vem sofrendo nos trechos a montante dos pontos.

Já com relação à temperatura, no Ponto 1, a temperatura mínima da água foi de 15,20 °C em junho e a máxima de 24,40 °C em março, alcançando a amplitude máxima de 9,20 °C. No Ponto 2, registrou-se a mínima de 15,50 °C em junho e a máxima de 26,40 °C em março, com amplitude máxima de 10,90 °C. No Ponto 3, a temperatura da água ficou entre 14,50 °C e 24,60 °C respectivamente nos meses de junho e março, com amplitude máxima de 10,10 °C. Segundo Thomaz *et al.* (2002), amplitudes desta faixa são suficientes para provocar alterações sazonais em processos ecológicos e comunidades aquáticas.

3.2.2 Turbidez e sólidos totais

A Resolução CONAMA 357/05 limita a turbidez para águas doces de classe 2 em até 100 UNT. Os valores de turbidez em praticamente na totalidade dos meses, nos 3 pontos amostrais, estiveram abaixo do valor de 100 UNT. Os maiores valores dos 3 pontos se concentraram no mês de novembro com valores de 82, 96 e 107 UNT, este o único valor acima do recomendado pela Resolução CONAMA 357/05. Os menores valores foram encontrados nos meses de janeiro, fevereiro e junho, valendo respectivamente 9,07, 6,95 e 8,99 UNT.

Do ponto de vista sanitário, a turbidez poderá quando elevada afetar esteticamente os corpos d' água ou ainda encarecer o tratamento para os diversos usos (FARIAS, 2006). Outro fator a ser considerado, relaciona-se com a fauna e a flora, que poderão sofrer distúrbios em função da redução de penetração de luz (DERISIO, 2000).

Os valores de sólidos totais demonstraram uma relação com a precipitação, com os maiores valores observados nos meses de maior incidência de chuvas (começo e final de ano), constatando-se que em todos os pontos de amostragem não existiram variações muito significativas durante o período de coleta.

No Ponto 1, os valores mínimo e máximo foram de 40 e 190 mg.L⁻¹, e no ponto 2 os valores variaram entre 60 e 240 mg.L⁻¹. No Ponto 3, observou-se valores mínimo e máximo de 40 e 220 mg.L⁻¹, portanto, a maior amplitude encontrada entre os valores é de 180 mg.L⁻¹.

3.3 Parâmetros químicos

3.3.1 Condutividade e pH

A Resolução CONAMA 357/05 não estabelece limites para o parâmetro condutividade, porém, segundo a CETESB, a quantidade de sais existentes na água, pode representar indiretamente a concentração de poluentes. De acordo com a Companhia, geralmente, em níveis superiores a 100 µS/cm, indica que o ambiente foi impactado.

Os valores da condutividade da água não apresentaram grandes variações, atingindo valores de 97,50 µS/cm no ponto 3 em junho a 176,50 µS/cm no ponto 2 em outubro. Em praticamente todos os pontos em todos os meses os valores de condutividade ultrapassaram 100 µS/cm, valor limite para águas naturais (BRIGANTE e ESPINDOLA, 2003). Em geral, considera-se que quanto mais poluída estiverem as águas, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral (FARIAS, 2006).

Com relação ao pH, verificou-se uma estabilidade nos valores em todos os pontos amostrados na série analisada. Os valores estiveram dentro dos limites estipulados pela resolução do CONAMA, que fixa o pH entre 6 e 9. A maioria dos valores se apresentaram maiores que 7, porém, com alguns valores próximos do limite mínimo de 6 (6,7 no ponto 2 em novembro, 6,92 e 6,4 no ponto 3 em abril e novembro respectivamente), evidenciando valores ligeiramente ácidos, para valores de pH menor que 7 (FARIAS, 2006).

3.3.2 Oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio

A Resolução CONAMA 357/05 limita a concentração de oxigênio dissolvido para águas doces de classe 2 em valores maiores que 5 mg.L⁻¹. Analisando-se os valores percebe-se a interferência da sazonalidade nas concentrações de oxigênio dissolvido. As menores concentrações se apresentam nos meses de maior precipitação (janeiro a março e outubro a dezembro), enquanto os picos de concentração estão localizados na estiagem, principalmente em junho.

Os pontos 1 e 2 apresentaram as maiores concentrações, chegando a 7,9 mg.L⁻¹, e todas estiveram acima dos 5 mg.L⁻¹ estipulados pela Resolução CONAMA 357. No ponto três, apenas os meses de junho, julho e agosto se apresentaram com concentrações de oxigênio na água acima da legislação para águas doces de classe II, alcançando o valor de 7,1 mg.L⁻¹ em junho. O ponto três provavelmente apresenta os menores valores de concentração devido a uma proximidade maior de residências e também se localiza a cem metros da Estação de Tratamento de Esgoto do SAAE (ETE Ipaneminha), introduzindo uma parte de carga orgânica no rio.

A Resolução CONAMA 357/05 institui que a DBO para águas doces classe II deve ter seu valor máximo de 5 mg.L⁻¹. Os valores da DBO nos três pontos de coleta estiveram em sua grande parte abaixo desses 5 mg.L⁻¹, apresentando valores acima do estipulado pela legislação apenas em junho no ponto 3 (6,95 mg.L⁻¹) e outubro no ponto 2 (6, mg.L⁻¹).

Valente et al. (1997), mencionam que a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), é um indicador que determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por microorganismos através da respiração. Os maiores acréscimos em termos de DBO num corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica e a presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2004). A DBO possui uma relação inversamente proporcional a concentração de oxigênio na água, normalmente amostras com altos valores de DBO tendem a possuir concentrações baixas de oxigênio.

3.3.3 Fósforo e Nitrogênio Totais

A Resolução CONAMA 357/05 limita a concentração de fósforo total para águas doces de classe II em no máximo $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$. Em relação ao fósforo total nenhum dos locais amostrados podem ser considerados satisfatórios para a classe II definida pela CONAMA 357/05.

O ponto 1 é o que apresenta os menores valores, variando de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ em agosto e dezembro, chegando a $0,58 \text{ mg.L}^{-1}$ em abril. O ponto 2 possui os valores mínimo e máximo de $0,02 \text{ mg/L}$ em agosto e $0,82$ em novembro. Os maiores valores de fósforo foram encontrados no ponto 3 nos meses de março ($0,9 \text{ mg.L}^{-1}$) e abril ($1,56 \text{ mg.L}^{-1}$), estes valores se devem provavelmente ao efluente da ETE que se localiza a montante do ponto 3.

O nitrogênio total kjeldahl (NTK) foi o parâmetro utilizado no presente trabalho para o cálculo do índice de qualidade da água (IQA), variando espacialmente e temporalmente. O NTK não apresentou uma variação sazonal, mostrando uma constância nos resultados em todos os pontos, com picos de concentração a partir de outubro.

O nitrogênio kjeldahl é a soma dos nitrogênios orgânico e amoniacal e não apresenta limite máximo de concentração padronizado pela Resolução CONAMA 357/05. Ambas as formas, orgânica e amoniacal, estão presentes em detritos de nitrogênio orgânico oriundos de atividades biológicas naturais e são importantes para avaliar o nitrogênio disponível para as atividades biológicas. O Nitrogênio Kjeldahl Total pode contribuir, juntamente com o fósforo total, para a eutrofização dos corpos d' água.

3.4 Parâmetros biológicos

3.4.1 Coliformes fecais

Para o parâmetro coliformes fecais (*Escherichia Coli*) as águas do rio Ipanema apresentaram resultados bastante divergentes, com o mínimo de 70 NMP/100 mL no ponto 1 no mês de junho e chegando a ultrapassar 92000 NMP/100 mL no ponto 2 em janeiro. Observou-se também uma colaboração da sazonalidade nas amostragens, com a concentração dos maiores valores de coliformes fecais nos meses mais chuvosos e quentes (começo e final do ano de 2009). Em 72,2% das amostras coletadas no período estudado ultrapassam o limite estabelecido pela legislação CONAMA 357/05, que limita para classe II um máximo 1000 NMP/100 mL.

3.5 Índice de qualidade das águas (IQA)

A avaliação da qualidade da água através de índices de qualidade permite uma análise global da situação encontrada em um corpo hídrico (CERETTA, 2004). Para facilitar a análise e avaliação espacial e temporal dos valores de IQA nos três pontos de amostragem utilizou-se a figura 2 .

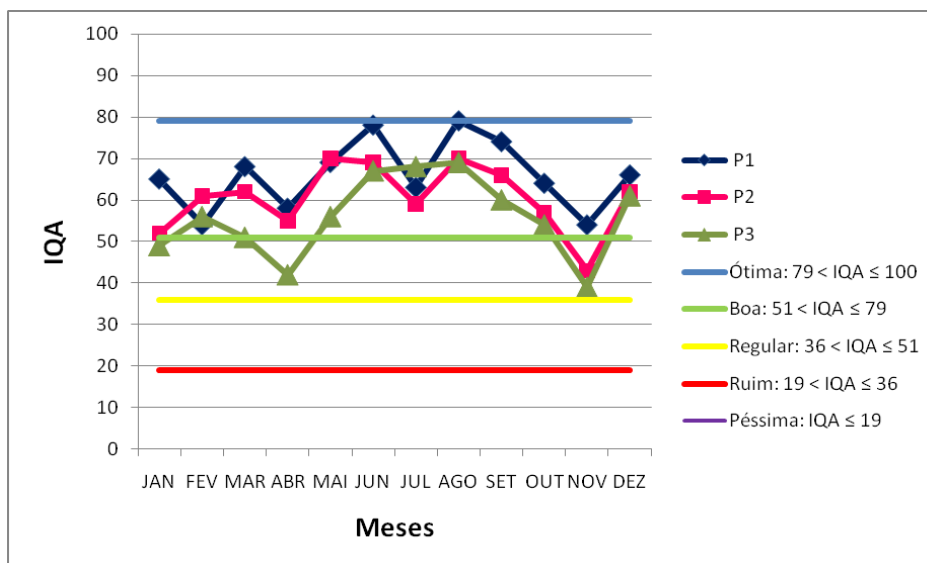


Figura 2. Variação dos valores de IQA nos três pontos durante o ano de 2009.

Analisando-se a figura acima é fácil perceber uma diminuição dos valores de IQA de montante para jusante (P1 a P3), apresentando os menores valores no ponto 3 devido provavelmente a influência do efluente da ETE localizada a montante deste ponto.

Os valores apresentados nitidamente variam também pela influência sazonal no ano de 2009, com seus menores valores concentrados em meses de chuva. Os meses com baixas precipitações, principalmente junho e agosto, apresentaram os maiores valores de IQA (78 e 79 respectivamente).

3.6 Índice de Estado Trófico (IET)

Como foi mencionado anteriormente, o IET nos fornece uma possibilidade de avaliar a tendência de eutrofização de meio aquático. Neste estudo utilizou-se o modelo original proposto por Carlson (1977) e a modificação da mesma expressão adaptada por Lamparelli (2004) para ambientes lóticos (Equação 2). É importante ressaltar que esta avaliação levou apenas em consideração as concentrações de fósforo total, sendo que para se ter um completo diagnóstico do índice de trofia de um corpo aquático é necessário levar em consideração outros parâmetros como clorofila e transparência.

Foi verificado que, dentre todos os valores das concentrações de fósforo total obtidos neste trabalho, 75% ultrapassaram o padrão estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe II, regime lótico, que é de 100 µg/L.

A Tabela 2 apresenta os valores de IET e suas respectivas trofias nos pontos amostrados no período de 2009.

Tabela 2 - Valores de IET e categorias de trofia nos pontos amostrados.

Mês	IET			TROFIA		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
JAN	61,19	62,62	63,02	Eutrófico	Eutrófico	Supereutrófico
FEV	65,55	58,35	61,71	Supereutrófico	Mesotrófico	Eutrófico
MAR	53,10	63,02	69,27	Mesotrófico	Supereutrófico	Hipereutrófico
ABR	66,99	65,78	72,13	Supereutrófico	Supereutrófico	Hipereutrófico
MAI	61,19	61,71	62,18	Eutrófico	Eutrófico	Eutrófico
JUN	51,60	51,60	57,86	Oligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico
JUL	51,60	59,22	56,70	Oligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico
AGO	45,90	49,50	55,20	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico
SET	60,91	61,95	65,43	Eutrófico	Eutrófico	Supereutrófico
OUT	59,96	61,19	59,92	Eutrófico	Eutrófico	Eutrófico
NOV	63,39	68,79	66,99	Supereutrófico	Hipereutrófico	Supereutrófico
DEZ	45,90	59,61	59,96	Ultraoligotrófico	Eutrófico	Eutrófico
Média	57,27	60,28	62,53	Mesotrófico	Eutrófico	Eutrófico

Os valores de IET variaram de 45,9 em agosto e dezembro no ponto 1, chegando ao máximo de 72,13 em abril no ponto 3. Os resultados obtidos apresentaram todos os níveis de trofia, porém, indicam para um ambiente entre eutrófico (41,66% dos dados) e supereutrófico (22,22%).

Em virtude da variabilidade sazonal dos processos ambientais que têm influência sobre o grau de eutrofização de um corpo hídrico, esse processo pode apresentar variações no decorrer do ano, havendo épocas em que se desenvolve de forma mais intensa e outras em que pode ser mais limitado. Em geral, no início da primavera, com o aumento da temperatura da água, maior disponibilidade de nutrientes e condições propícias de penetração de luz na água, é comum observar-se um incremento do processo, após o período de inverno, em que se mostra menos intenso.

Os dados de índice de estado trófico revelam um ambiente eutrofizado do rio Ipanema, indicativo de uma grande entrada de nutrientes e produção primária, provavelmente devido às atividades de agricultura na bacia e do lançamento do esgoto doméstico sem tratamento, principalmente no ponto 3 como evidenciado por (MARTINELLI, et al. 1999).

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos no período analisado de 2009, observa-se que o rio Ipanema mostra evidências dos efeitos da influência antrópica constatada pela entrada de nutrientes no sistema hídrico representado pela agricultura e lançamento de esgoto doméstico sem tratamento na rede hídrica da bacia.

O Índice de Qualidade das Águas no rio Ipanema foi classificado na média do período analisado como índice bom e em dois pontos de coleta (P2 e P3) como regular.

Os valores de Índice de Estado Trófico (IET), para os pontos avaliados, foram indicativos de estado de eutrofização, demonstrando um meio aquático impactado e com boa disponibilidade de nutrientes, devido provavelmente pela influência da agricultura e do lançamento de esgoto doméstico, este último detectado na parte média e baixa da bacia (pontos P2 e P3).

A utilização dos índices (IQA e IET), como ferramentas de identificação de impacto ambiental ou classificação de qualidade do meio ambiente foram satisfatórias neste estudo.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater**. 19th ed. Washington: Byrd Prepress Springfield, 1995. p. 3-40 3120B.

BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E. L.G. **Limnologia Fluvial**. Um estudo no rio Mogi-Guaçu. RIMA, 2003. 278p.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, n. 2, p. 261-269, 1977.

CERETTA, M. **Avaliação dos aspectos da qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena – Município de Santa Maria – RS**. 2004. 154f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2004.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003**. São Paulo: CETESB, 2004. 273p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. **Resoluções do CONAMA**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008, Brasília, 2. ed., 928 p. 2008.

DERISIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 2.ed. São Paulo: Signus, 2000. 164p.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo**. 2006. 152f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba. 2006.

HADDAD, E. A. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais**. 2007. 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2007.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d' água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 238f. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MARTINELLI, L. A.; KRUSCHE, A. VICTÓRIA, R. ; CAMARGO, P. B. ; BERNARDES, M.; FERRAZ, J. M.; MARCOS, J. M.; BALLESTER, M. V. 1999. Effects of sewage on the chemical composition os Piracicaba river, Brazil. *Soil Air and Water Pollution*, 110, p. 67-79.

TOLEDO Jr., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G.; **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12, Camboriú, 1983. **Anais...** Camboriú, 1983. p. 1-34.

TUNDISI, J. G. Água no Século XXI: enfrentando a escassez. 2ª. Edição, São Paulo: RIMA, 2003. 248p.

Manuscrito recebido em: 29/04/2011
Revisado e Aceito em: 18/11/2011

