

# ANÁLISE DE PARÂMETROS QUE COMPÕEM O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) NA PORÇÃO MINEIRA DA BACIA DO RIO PARANAÍBA

**Fernando Barbosa Costa**

Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia  
fernando7453@hotmail.com

**Vanderlei de Oliveira Ferreira**

Professor da Universidade Federal de Uberlândia  
vanderlei@ig.ufu.br

## Resumo

Com a expansão e intensificação das atividades humanas, os corpos hídricos estão sujeitos a sofrer alterações que podem comprometer a qualidade de suas águas. Por isso, torna-se importante o monitoramento qualitativo dos recursos hídricos, visando atender requisitos legais e garantir os usos previstos. O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi proposto em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado no Brasil, inicialmente pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e nas décadas seguintes foi adotado por outros Estados brasileiros, incluindo Minas Gerais. Hoje é o principal índice de qualidade de água utilizado no País. O presente artigo avalia individualmente os dados de cada parâmetro do IQA na porção mineira da bacia do Rio Paranaíba, através da análise de dados de 2012, disponibilizados pelo Projeto Águas de Minas – IGAM. O intuito é identificar quais parâmetros prejudicam a escala de avaliação do IQA e também comparar os dados obtidos com a Resolução CONAMA nº 357/2005, que faz o enquadramento dos corpos hídricos e estabelece as condições e padrões da qualidade da água.

**Palavras-chave:** Qualidade hídrica. Afluentes mineiros do Rio Paranaíba. Qualidade Ambiental.

## ANALYSIS OF PARAMETERS THAT COMPOSING THE WATER QUALITY INDEX (WQI) IN THE PORTION OF THE MINAS GERAIS STATE OF THE PARANAÍBA RIVER BASIN

### Abstract

With the expansion and intensification of the human activities, the water bodies are subject to suffer changes that might compromise the quality of their water. Therefore, it becomes important the qualitative monitoring of the water resources, to meet legal requirements and ensure the provided uses. The Water Quality Index (WQI) was proposed in 1970 in the United States by the National Sanitation Foundation. From 1975 started to be used in the Brazil, initially by CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) and in the following decades was adopted by others Brazilian states, including Minas Gerais. Nowadays, it is the main index of water quality used in the country. This article individually evaluates the data of each parameter of the WQI in the portion that belongs to Minas Gerais of the Paranaíba river basin, through of the analysis of data from 2012, provided by the Projeto Águas de Minas –

Recebido em 29/05/2014 / Aprovado para publicação em 02/09/2015.

OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.7, n.18, p. 22-47, set. 2015.

IGAM. The intention is identify which parameters harm the scale of evaluation of the WQI and also compare the obtained data with the CONAMA Resolution nº 357/2005, that makes the framework of the water bodies and establishes the conditions and patterns of the quality of water.

**Keywords:** Water Quality. Tributaries of the Paranaíba River of Minas Gerais State. Environmental Quality.

## **Introdução**

As atividades humanas causam impactos negativos ao meio ambiente, com destaque para a geração de resíduos, em parte descartados direta ou indiretamente nos sistemas hídricos. Outros impactos ocasionados pelas atividades humanas e relacionados à qualidade hídrica dizem respeito ao uso e ocupação inadequados do solo, incluindo supressão ou substituição da cobertura vegetal e ocupação desordenada das faixas marginais de proteção de cursos d'água e nascentes. A esse respeito, salienta-se que o intenso e diversificado uso do solo na porção mineira da bacia do Paranaíba tem gerado impactos significativos, incluindo mudanças nos balanços hidrológicos das sub-bacias e contaminação hídrica.

O monitoramento da qualidade e da quantidade de água disponível nos corpos hídricos é de fundamental importância, para que seja possível acompanhar a condição dos mesmos frente aos impactos e usos antrópicos. Há, inclusive, limites de poluição previstos na legislação ambiental.

Este artigo busca apresentar e discutir dados referentes aos parâmetros qualitativos que fazem parte da definição do Índice de Qualidade da Água (IQA) na porção mineira da bacia do Rio Paranaíba, recorrendo às informações disponibilizadas pelo monitoramento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Foram adotados dados dos quatro trimestres do ano de 2012, destacando os valores máximos, médios e mínimos.

As informações foram organizadas em gráficos de cada parâmetro por trimestre e comparadas aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, que “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”.

## **Fundamentação conceitual**

### **A qualidade da água**

A qualidade da água é função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (Von Sperling, 2007). Mesmo com a bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, a composição da água é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. A interferência humana, efetuando despejos domésticos ou industriais ou aplicando defensivos agrícolas no solo, por exemplos, contribui para a introdução de compostos na água, alterando sua qualidade.

Para avaliar se a qualidade da água é aceitável é preciso estar certo dos usos ou finalidade a que ela se destina. Por exemplo, as características físicas e químicas de uma amostra de água proveniente de um rio pode se enquadrar para usos não consuntivos, como geração de energia e navegação, mas não se enquadrar para usos consuntivos, como abastecimento doméstico ou irrigação, havendo necessidade de tratamento e desinfecção para alcançar os parâmetros corretos para o uso final.

As principais fontes de poluição hídrica são as de origem natural como decomposição de vegetais e erosão; as águas residuárias como esgotos domésticos e industriais; as de origem agropastoris, carregadoras de excrementos de animais, pesticidas e fertilizantes; e os resíduos sólidos. Essas fontes podem alterar drasticamente as características físicas, químicas e biológicas de um curso d'água.

A resolução normativa 357/05 do CONAMA estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional em treze classes, segundo a sua utilização, definindo os parâmetros de qualidade a serem atendidos para cada classe. As águas doces são classificadas em 5 classes (Classe Especial, Classe I, Classe II, Classe III e Classe IV).

Para cada uma das classes a resolução fixa as condições e padrões orgânicos e inorgânicos a serem respeitados. As tabelas dos padrões de qualidade são muito extensas e não serão inseridas aqui, mas a resolução completa está disponível no endereço eletrônico <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> (acessado em 18/01/2014).

Também é importante mencionar a Portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Encontra-se disponível em

[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html) (acessado em 18/02/2014).

A qualidade da água tem sua importância descrita na Política Nacional de Recursos Hídricos que define como objetivo, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Art. 2º, Cap. II, Tit. I, Lei 9433/97).

No Estado de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) é responsável pelo planejamento e administração de ações voltadas para a preservação da quantidade e qualidade de águas. Através do projeto Águas de Minas realiza a avaliação da qualidade da água das bacias hidrográficas mineiras.

Em execução desde 1997 o Projeto Águas de Minas é responsável pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, sendo disponibilizada ao público uma série histórica. As coletas de água são feitas a cada trimestre, totalizando quatro relatórios anuais.

Neles está contido o resultado das análises físico-químicas, hidrobiológicas e ecotoxicológicas realizadas pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) e pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). São avaliados 52 parâmetros comuns ao conjunto de pontos de amostragem.

### **Índices de qualidade da água**

Para divulgação dos dados coletados nos monitoramentos, informando os valores de concentração dos poluentes nos corpos d’água, adota-se o IQA que retrata, através de um índice único global, a qualidade das águas em um determinado ponto de monitoramento. Os índices podem ser entendidos como “notas”, que retratam condições que variam de “muito ruim” a “excelente”, ou que permitem inferências sobre alguns aspectos específicos sobre o curso d’água, tal como biodiversidade e toxicidade (Von Sperling, 2007).

Para Von Sperling (2007) os índices não são um instrumento de avaliação de atendimento à legislação ambiental, mas sim de comunicação para o público das condições ambientais dos corpos d’água. Vários itens de qualidade são convertidos em uma nota ou avaliação única. A capacidade de síntese proporcionada por um índice é de grande valia para a comunicação com o público.

O IQA é um modelo matemático simples. Sua estrutura foi estabelecida através de pesquisas de opinião junto a vários especialistas da área, quando cada um selecionou os

parâmetros que julgava relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo. Assim o IQA reúne nove parâmetros, considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: coliformes fecais (termotolerantes), pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido.

O IQA traz como informação agregada a contaminação das águas em decorrência de matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes e qualifica os resultados dos 9 parâmetros. Esses valores variam entre 0 e 100 e a classificação é tida como Muito Ruim ( $0 \leq IQA \leq 25$ ), Ruim ( $25 < IQA \leq 50$ ), Médio ( $50 < IQA \leq 70$ ), Bom ( $70 < IQA \leq 90$ ) e Excelente ( $90 < IQA \leq 100$ ).

Em Minas Gerais, o IGAM utiliza uma versão adaptada da proposta original, também composta por nove parâmetros, com seus respectivos pesos, fixados em função da importância para a conformação global da qualidade da água. Os pesos estão demonstrados no quadro 1:

**Quadro 1:** Pesos dos parâmetros para cálculo do IQA

<b>Parâmetros</b>	<b>Pesos</b>
Oxigênio dissolvido – OD	0,17
Coliformes fecais	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio–DBO	0,10
Nitrato	0,10
Fósforo total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Resíduos Totais	0,08

Fonte: IGAM (2005)

O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades estabelecidas para cada parâmetro, conforme a expressão a seguir:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Sendo:

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade;

i = número do parâmetro, variando de 1 a 9 (n=9, ou seja, o número de parâmetros que compõem o IQA é 9);

O somatório dos pesos de todos os parâmetros é igual a 1, conforme a expressão a seguir:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Sendo:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA

As variáveis de qualidade que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. O índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

## **Resultados**

### **Caracterização da área de estudo**

A bacia hidrográfica do Rio Paranaíba é uma das seis unidades hidrográficas principais da Região Hidrográfica do Paraná, representando 25,4% de sua área total. A bacia abrange terras dos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e o Distrito Federal, tendo uma área total de 222.767 km<sup>2</sup>. No Estado de Minas Gerais a bacia do Paranaíba está dividida em três unidades de planejamento e gestão: Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1), Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (PN2) e Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3).

O PN1 possui uma área de drenagem de 22.291 km<sup>2</sup>, ocupando áreas de 26 municípios. As principais atividades econômicas são: pesca, turismo, mineração, agroindústria, suinocultura, avicultura, agricultura e pecuária. O PN2 compreende uma área de 22.091 km<sup>2</sup>, abrangendo áreas de 20 municípios. Dentre as atividades econômicas destacam-se pecuária,

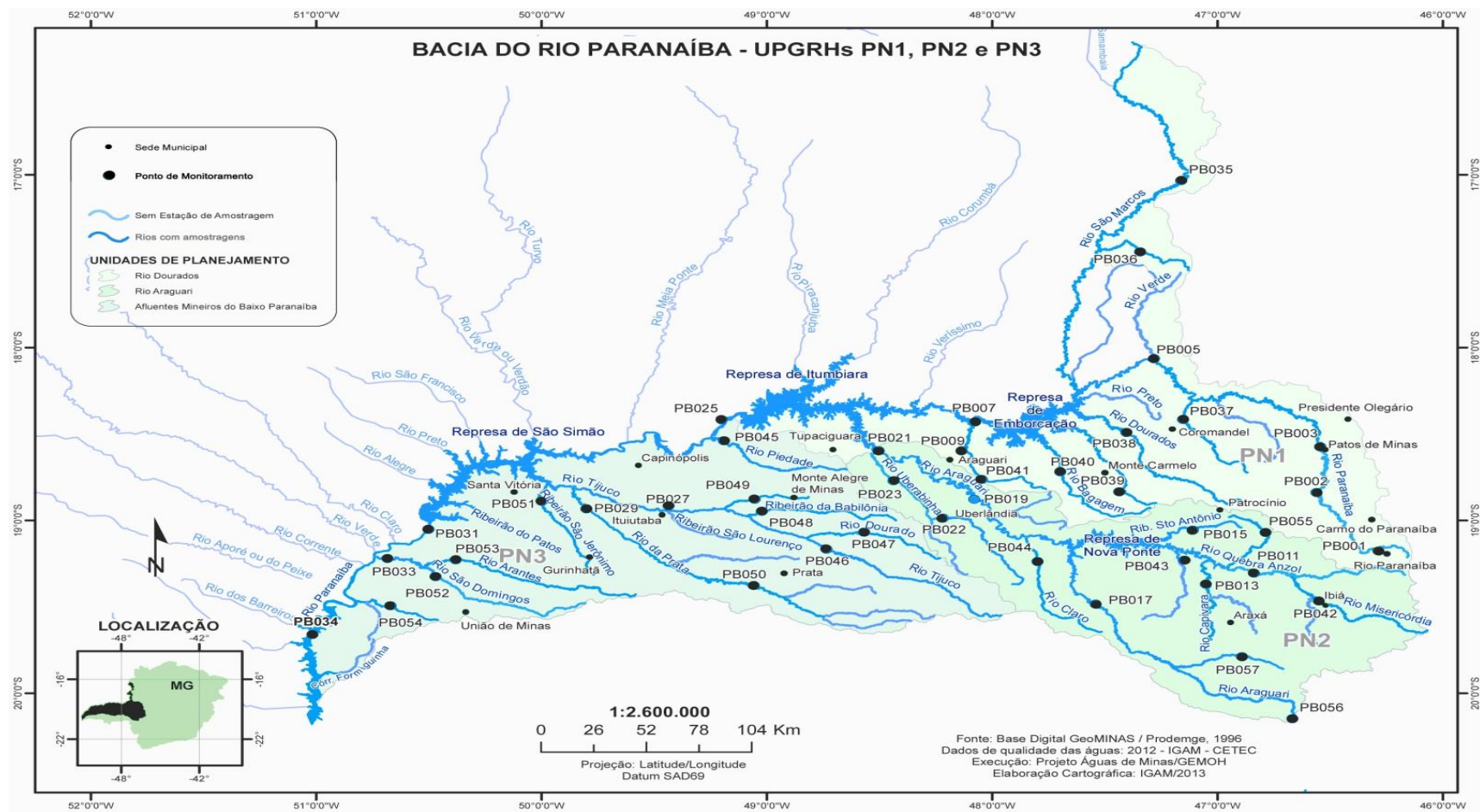
agricultura, aquicultura, atividades minerárias e agroindústria. O PN3 corresponde a uma área de 26.973 km<sup>2</sup>, abrangendo terras de 21 municípios. As atividades econômicas mais importantes são ligadas ao setor agropecuário e indústria sucro-alcooleira.

### **Localização dos pontos de amostragem**

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) monitora a qualidade da água na porção mineira da bacia do Paranaíba em 43 pontos diferentes, dos quais 13 estão no PN1, 14 no PN2 e 16 no PN3. A figura 1 permite visualizar a distribuição dos postos na área de estudo.

# Análise de Parâmetros que Compõem o Índice de Qualidade das Águas (IQA) na Porção Mineira da Bacia do Rio Paranaíba

Fernando Barbosa Costa; Vanderlei de Oliveira Ferreira



ORG: COSTA, F. B. 2013.

Figura 1: Mapa da localização dos pontos de monitoramento de qualidade hídrica na parte mineira da bacia do rio Paranaíba (fonte: IGAM, 2012).

Recebido em 29/05/2014 / Aprovado para publicação em 02/09/2015.

OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.7, n.18, p. 22-47, set. 2015.



## Índice de Qualidade das Águas

No ano de 2012 o IGAM realizou amostragem nos pontos de monitoramentos trimestralmente, sendo elas efetuadas em Março (1º trimestre), em Junho (2º trimestre), em Setembro (3º Trimestre) e Novembro/Dezembro (4º trimestre). O resultado das análises dos corpos d'água segue no quadro 2.

Quadro 2: IQA dos cursos d'água da porção mineira da bacia do rio Paranaíba em 2012 (Fonte: IGAM, 2012)

Curso D'água	Índice de Qualidade de Água – IQA (2012)				
	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	Média
Córrego da estação ambiental CEMIG	65,1	73	77	69,3	71,1
Ribeirão da Batalha	80	76,7	82,3	66,8	76,4
Ribeirão do Inferno	83,6	83,4	71,5	84,8	80,8
Ribeirão Monte Alegre	53,3	61	52,1	62,6	57,2
Ribeirão Salitre	64,9	60,3	49,1	53,3	56,9
Ribeirão Santo Antônio	66,5	77,3	72,5	74,3	72,6
Ribeirão Volta Grande	62,4	57,4	71,3	68	64,8
Rio Araguari	74,1	78,2	74,9	73,6	75,2
Rio Arantes	59,1	55,8	71,4	69,8	64
Rio Babilônia	61,3	68,7	75,1	68,9	68,5
Rio Bagagem	57,7	61,3	58,8	53,5	57,8
Rio Capivara	51,3	65,4	61,3	64,1	60,5
Rio Claro	53,9	78,2	74,5	62,4	67,2
Rio da Prata	59,3	59,9	74	66,3	64,9
Rio Dourado	54,7	71,3	76,3	67,7	67,5
Rio Dourados	69,3	58,1	62,7	53,1	60,8
Rio Jordão	55,4	56,5	49,8	63,3	56,2
Rio Misericórdia	55,1	56,3	55,1	51,8	54,6
Rio Paranaíba	68,5	69,6	72,8	61,7	68,2
Rio Perdizes	71,5	65,8	46,4	51	58,7
Rio Piçarrão	76,4	73,2	63,8	66,1	69,9
Rio Piedade	75,2	69,1	74,5	77,2	74
Rio Quebra Anzol	67,6	64,5	77,8	47,9	64,4
Rio Santo Inácio	71,8	70,7	68,2	54,7	66,4
Rio São Domingos	69,4	60,2	71,6	61	65,5
Rio São Jerônimo	67	46,7	64,8	69,1	61,9
Rio São Marcos	74,2	78,1	77,7	67,9	74,5
Rio Tijucu	58	70,3	80,8	71,4	70,1
Rio Uberabinha	63,2	61,8	56,7	59,6	60,4

Legenda:

Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$

ORG: COSTA, F. B. 2013.

Percebe-se a predominância da classificação “Médio”. Mas, quais são os valores que geraram tal classificação? A seguir é apresentada uma análise individual de cada parâmetro, comparando-os com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

### **Análise individual dos parâmetros que compõem o IQA**

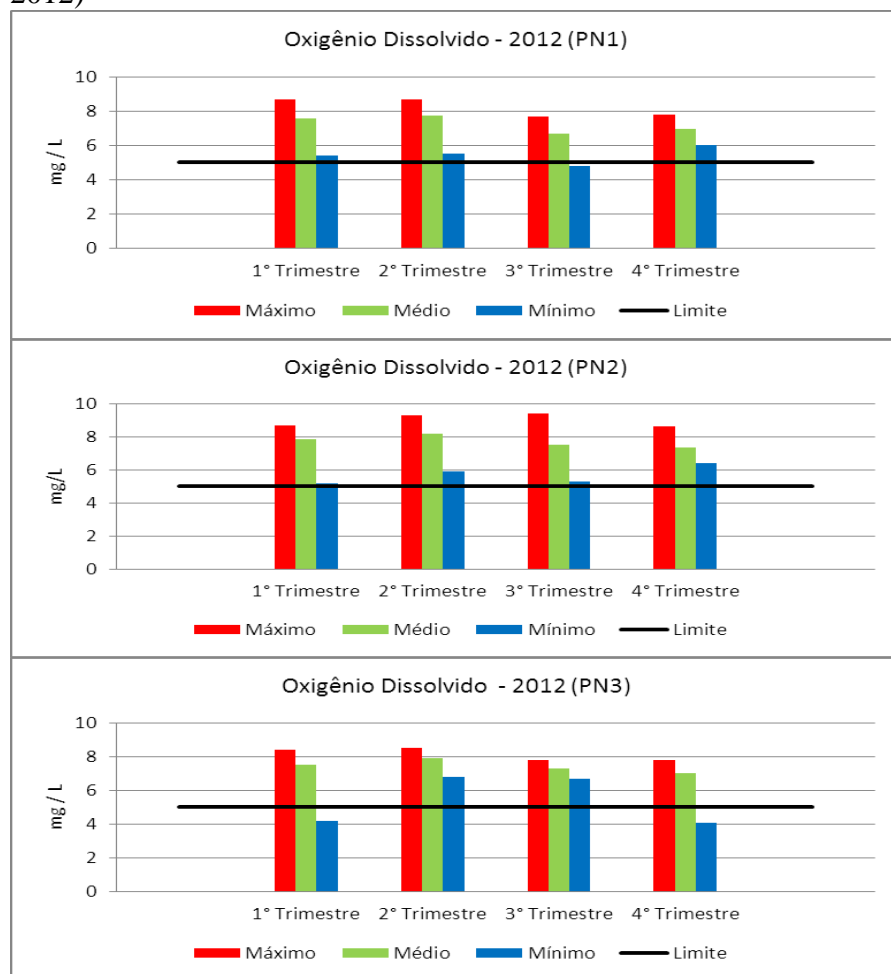
Os parâmetros do IQA analisados e discutidos individualmente são: Oxigênio Dissolvido (mg/L), Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L), pH, Nitrato (mg/L), Fósforo Total(mg/L), Temperatura (°C), Turbidez (NTU) e Sólidos Totais (mg/L). Os resultados foram apresentados em gráficos com os valores das amostragens dos quatro trimestres do ano de 2012.

Nos gráficos constam, também, o limite máximo de cada parâmetro estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 2, que segundo a própria Resolução, são águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir ter contato direto; à aqüicultura e à atividade de pesca.

### **Oxigênio Dissolvido (OD)**

As variações das concentrações do oxigênio dissolvido encontram-se na figura 2. Percebe-se que a média durante o ano de 2012 foi superior ao limite estabelecido pelo CONAMA. Somente no 3º trimestre foi detectado o valor de 4,8 mg/L no ponto PB039, sendo este valor um pouco abaixo do estabelecido.

Figura 2: Oxigênio Dissolvido na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012(Fonte: IGAM, 2012)



ORG: COSTA, F. B. 2013.

### Coliformes Termotolerantes

Moragas (2005) considera esse parâmetro como o maior vilão para que o IQA dos corpos d'água brasileiros seja diminuído. As suas maiores fontes são os lançamentos de esgotos sanitários, os matadouros e a agropecuária.

Para águas doces classe 2, tem-se na Resolução CONAMA n° 357 (2005) que:

[...] para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n°274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. [...] (CONAMA, 2005, p. 10).

Na Resolução CONAMA n° 274 de 2000 considera águas impróprias para balneabilidade se o “valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;” (CONAMA, 2000, p. 2).

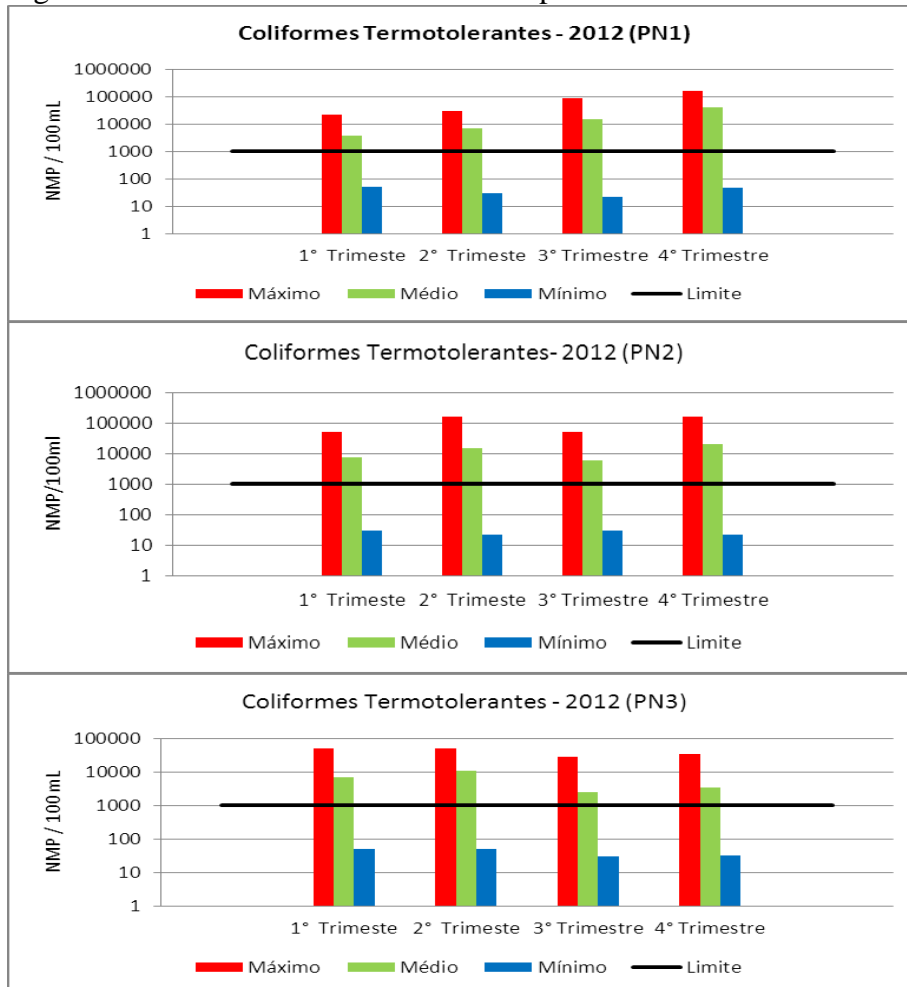
O Ministério da Saúde, através da Portaria MS n° 2491 de 12/12/2011 (Federal), que dispõe sobre os procedimentos de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão, estabelece que a água para consumo humano deva ser ausente de *Escherichia coli* e de coliformes totais em 100 mL. Para haver a contaminação do indivíduo, Von Sperling (2005) lista alguns fatores determinantes: a) volume de água ingerido, b) concentração do organismo patogênico na água, c) dose infectiva relativa do organismo patogênico e d) resistência do indivíduo.

A figura 3 demonstra os valores desse parâmetro na área estudada em escala logarítmica. A linha do limite é obtida da Resolução CONAMA n° 357/2005, sendo ela de 1000 NMP/100mL. Observa-se que na PN1, no primeiro trimestre, a média já se encontrava ligeiramente acima do limite, aumentando gradativamente, chegando a marcar 40.922,54 no último trimestre de 2012, ou seja, muito acima dos limites. O maior valor máximo alcançou 160.000 NMP/100 mL no 4° trimestre.

Na PN2 a média trimestral também se mantém acima do permitido com valores chegando a preocupantes 160.000 NMP/100mL em dois trimestres. A menor média obtida nessa região ocorreu no 3° trimestre com o valor de 1000 NMP/100 mL, sendo dez vezes maior que o estabelecido pelo CONAMA, tornando-a inviável seu uso para recreação, uso direto ou, em alguns casos, até para a irrigação.

Apresentando um caso menos grave, a PN3 apresenta o valor médio entre 10.771 NMP/100 mL e 50.000 NMP/100 mL. Citando Von Sperling “a melhor forma de se controlar a contaminação em um corpo d’água por organismo patogênicos é através da sua remoção na etapa de tratamento de esgoto” (2005, p. 208).

Figura 3: Coliformes Termotolerantes na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012



ORG: COSTA, F. B. 2013.(Fonte: IGAM, 2012)

Em relação à saúde pública, Moragas afirma que quando se faz a análise da água e se encontra contaminação por coliformes fecais significa que naquele local houve descarga de esgoto em período recente, o que aumenta a probabilidade de haver ali ovos e larvas de parasitas intestinais, visto que estas também podem ser eliminadas com as fezes (2009, p. 26).

Ou seja, alguns pontos de monitoramento podem estar próximos de despejos domésticos e/ou industriais, registrando assim valores altos. Conforme Von Sperling (2007),

[...] para coliformes a concentração crítica do ponto de vista de atendimento à legislação situa-se no ponto de mistura esgoto-rio. A partir deste ponto, a concentração tende a decrescer [...] Desta forma, o atendimento à legislação tem de ser alcançado já no ponto de mistura (2007, p. 509).

Naturalmente, os coliformes possuem uma mortalidade quando exposto a condições ambientais que diferem das anteriormente preponderantes dentro do sistema humano. É

importante considerar a importância do papel de muitas bactérias que se alimentam de matéria orgânica, consumindo parte da carga poluidora lançada, sendo assim, responsáveis pela autodepuração, processo de reequilíbrio do rio.

Apesar de não serem patogênicos, os coliformes termotolerantes, presentes em grande quantidade na área estudada, indica a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.

### **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

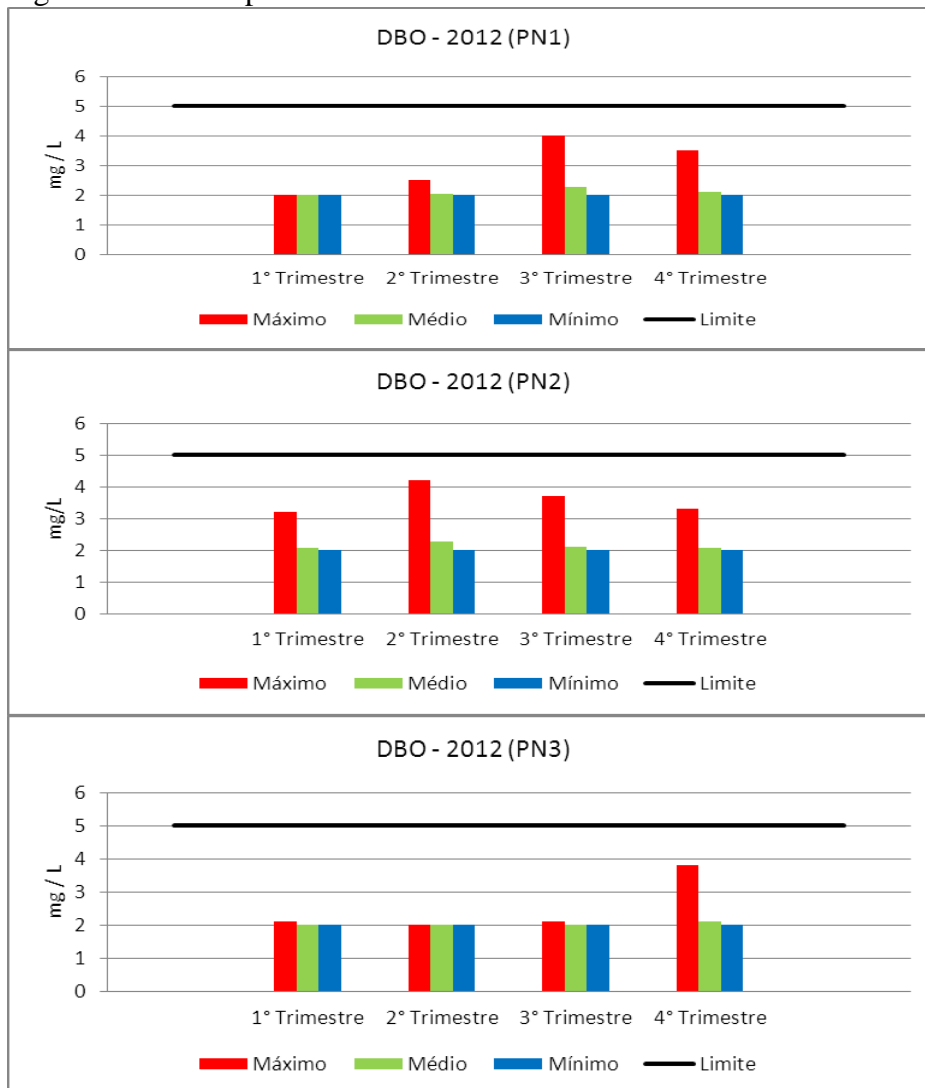
Para Von Sperling (2005) a DBO é um dos parâmetros mais importante para a identificação do grau de poluição de um corpo d'água, pois de uma forma indireta, representa o teor de matéria orgânica, indicando o potencial do consumo do oxigênio dissolvido.

Segundo Libânio (2010), DBO é um parâmetro que indica a intensidade do consumo de oxigênio para que ocorra a estabilização da matéria orgânica através das bactérias, e seu valor é determinado com base na diferença de concentração de Oxigênio Dissolvido em amostra de água no período de cinco dias e temperatura de 20°C.

Observa-se que as médias na área da PN1 (figura 4) permaneceram constantes durante todo o ano de 2012, aproximadamente 2 mg/L, ou seja, como consta na definição deste parâmetro, são necessários 2 mg de oxigênio dissolvido para estabilizar a matéria orgânica biodegradável contida em 1,0 L de água. Destaca-se também, que durante o período monitorado, não houve violação do limite estabelecido na Resolução CONAMA para águas classe 2.

Já na bacia do rio Araguari (PN2), apesar da média anual aproximadamente em 2mg/L, destaca-se a superioridade dos valores máximos. Possivelmente sucedem-se de efluentes domésticos, industriais ou de água lixiviadas de criatórios de animais (LIBÂNIO, 2010). Na PN3 os valores apresentaram-se dentro do limite em 2012, destacando-se apenas um valor mais elevado no 4º trimestre.

Figura 4: DBO na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012



ORG: COSTA, F. B. 2013. (Fonte: IGAM, 2012)

## pH

Segundo Von Sperling (2005) a variação do pH dos corpos hídricos pode ser de origem natural (dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera e fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais).

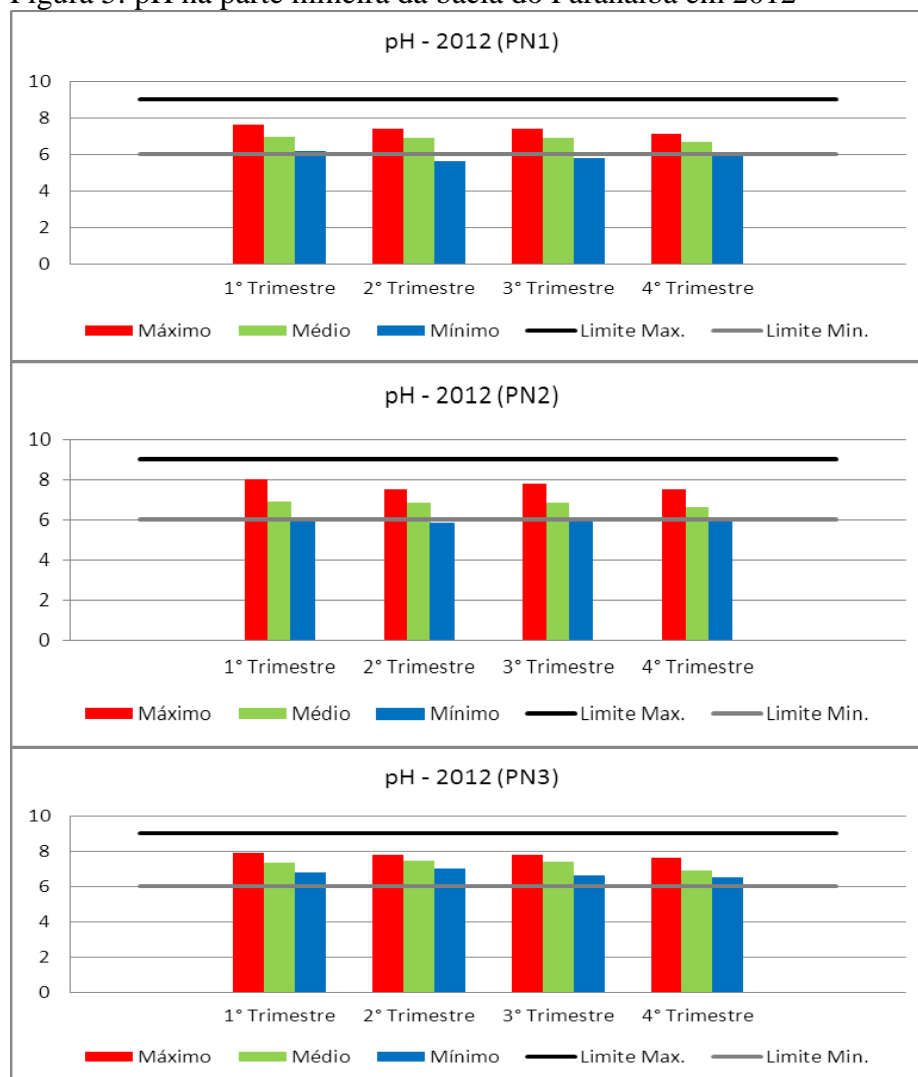
Apesar de não constar implicações em termos de saúde pública, desconsiderando casos extremos, sua importância se manifesta em diversas vertentes da potabilização das águas para o consumo humano, como afirma Libânio (2010) que destaca sua relevância na desinfecção com compostos de cloro, na coagulação com sais de ferro e alumínio, no controle de corrosão

das adutoras e redes de distribuição, e, obviamente, na manutenção da vida aquática. Na figura 5 tem-se a representação dos gráficos do pH na área de estudo.

A PN1 apresentou um valor médio de pH dentro dos limites estabelecidos pela Resolução, mas percebe-se que no 2º e 3º trimestre houve violação do limite mínimo, ou seja, uma das estações de monitoramento apresentou um valor de pH menor que o estabelecido. Von Sperling (2005) afirma que baixos valores de pH podem ser indicativos de presença de efluentes industriais.

Na PN2 o valor médio em 2012 permaneceu entre os limites estabelecidos para a classe 2, exceto pelo valor mínimo obtido no 2º trimestre. A PN3 obteve todos seus dados (máximo, médio e mínimo) dentro dos limites estabelecidos, com seu valor médio em torno de 7.

Figura 5: pH na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012



ORG: COSTA, F. B. 2013. (Fonte: IGAM, 2012)



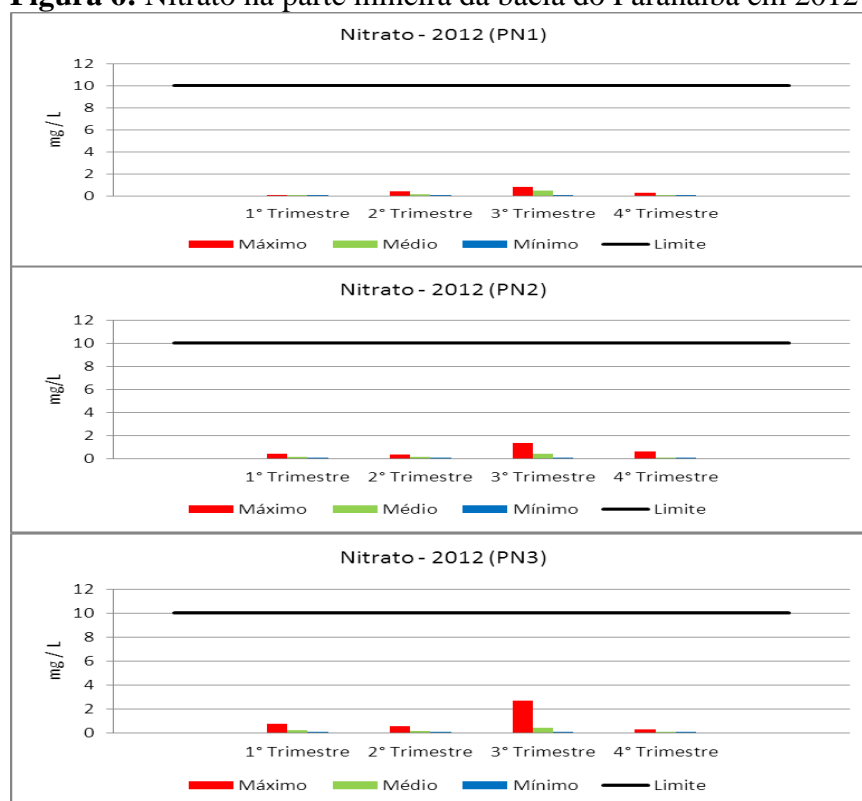
## Nitrato

O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é a forma oxidada do Nitrogênio, resultado do processo de nitrificação, sendo um nutriente essencial para a maioria dos organismos aquáticos, facilmente assimilado no crescimento de algas, cianobactérias e plantas aquáticas (LIBÂNIO, 2010). As diversas formas de nitrogênio em corpos d'água traduzem seu estágio de poluição. Se a poluição for recente, o nitrogênio se encontrará na forma de nitrogênio orgânico ou amônia, e se antiga, o nitrogênio estará na forma de nitrato.

Em termos de saúde pública a forma de nitrato está vinculada à doença metahemoglobiemia, que traz malefícios principalmente para recém-nascidos. Por isso foi acatado pela Portaria 518 o limite para nitrato de 10 mg/L.

Na parte mineira da bacia do rio Paranaíba esse parâmetro se enquadra dentro do limite estabelecido em todos os trimestres do ano de 2012 e nas três regiões de monitoramento do IGAM, contribuindo para a possibilidade de boa avaliação para estas águas no IQA. Estes valores estão representados na figura 6, trazendo tanto o valor médio e mínimo como também o valor máximo dentro do estabelecido.

**Figura 6:** Nitrato na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012



ORG: COSTA, F. B. 2013. (Fonte: IGAM, 2012)

## **Fósforo Total**

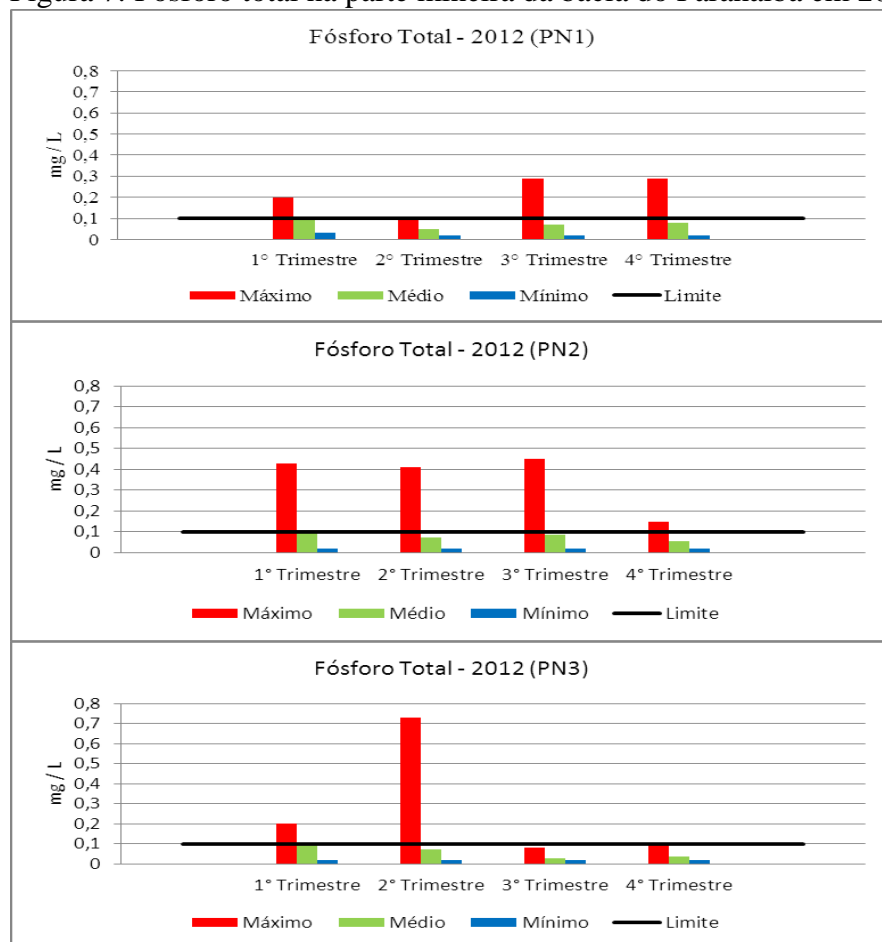
Em relação à qualidade de água, o fósforo é naturalmente escasso em comparação a outros macronutrientes. Segundo Von Sperling (2007, p.471),

[...] várias atividades humanas conduzem ao aporte de fósforo nas águas naturais. A drenagem pluvial de áreas agricultáveis (fertilizantes) e principalmente de áreas urbanas (produtos químicos contendo fósforo) e, sobretudo as cargas vinculadas pelos esgotos (atividades fisiológicas e detergentes) podem contribuir para uma elevação dos teores de fósforo no meio aquático.

A figura 7 apresenta os valores de fósforo na parte mineira da bacia do Paranaíba. Na PN1 houve violação do limite estabelecido na Resolução CONAMA para águas classe 2 em três dos quatro trimestres monitorados, sendo dois deles aproximadamente três vezes superior ao limite estabelecido. Apresentando valores mais elevados, na PN2 o parâmetro Fósforo Total foi violado nos quatro trimestres monitorados em 2012, chegando a superar o limite com valores quatro vezes maior. Na PN3 observa-se uma constância maior do valor médio dentro dos limites estabelecidos, mas houve um valor máximo anormal, sendo ele superior a 0,7 mg/L.

Von Sperling (2007) ordena em forma crescente as principais fontes de fósforo em um corpo d'água: drenagem pluvial em áreas com matas e florestas; drenagem pluvial em áreas agrícolas; drenagem pluvial em áreas urbanas; esgotos.

Figura 7: Fósforo total na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012



ORG: COSTA, F. B. 2013. (Fonte: IGAM, 2012)

O parâmetro Fósforo Total se destaca pelos altos valores máximos, resultando em um dos principais motivos para a diminuição do IQA total dos corpos d'água da parte mineira da bacia do rio Paranaíba. É preciso acompanhar tal situação e tomar medidas visando sua diminuição.

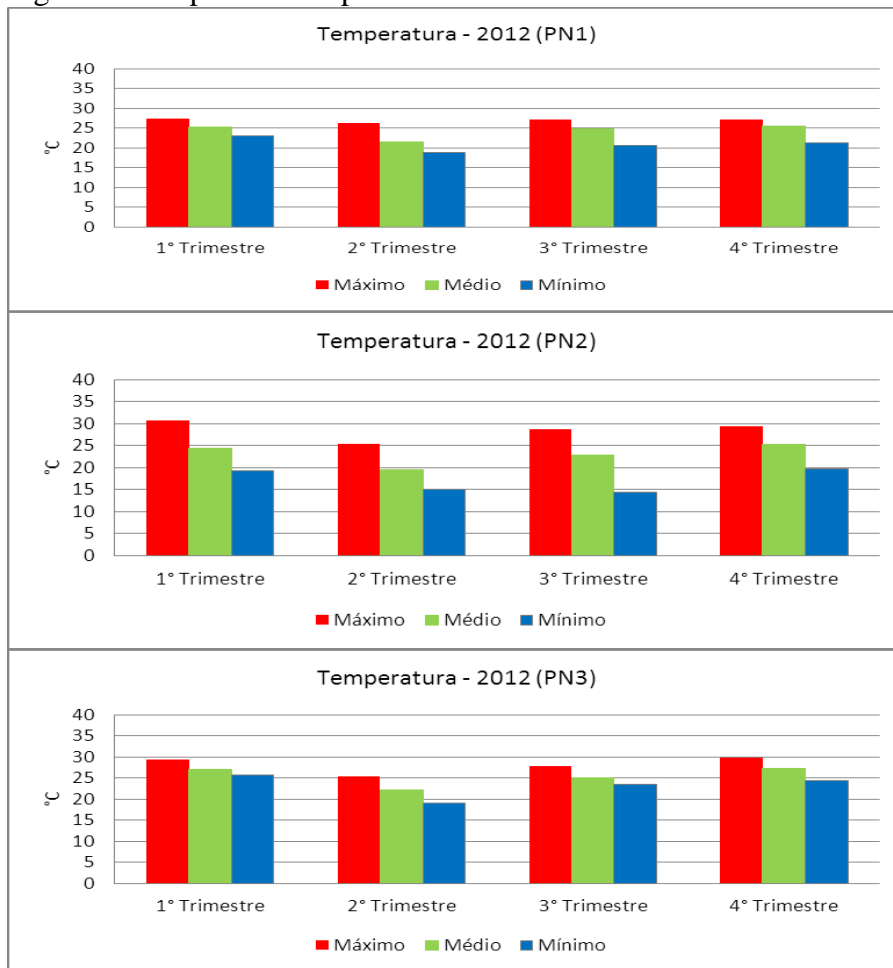
## Temperatura

A variação da temperatura nos cursos d'água pode ter origem natural através de transferência de calor por radiação, condução e convecção e também por origem antropogênica, como por despejos industriais (Von Sperling, 2005).

Elevações da temperatura nos corpos d'água podem ocasionar aumento na taxa das reações físicas, químicas e biológicas e também diminuir a solubilidade dos gases. Mas, conforme afirma Libânio (2010), graças aos insignificantes efeitos à saúde e extrema

dificuldade de alteração na temperatura da água para abastecimento, os padrões de potabilidade e qualidade no Brasil e da OMS não estabelecem limites para temperatura máxima para água de consumo. Os valores máximo, médio e mínimo dos quatro trimestres de 2012 na PN1, PN2 e PN3 estão representados na figura 8.

Figura 8: Temperatura na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012



ORG: COSTA, F. B. 2013. (Fonte: IGAM, 2012)

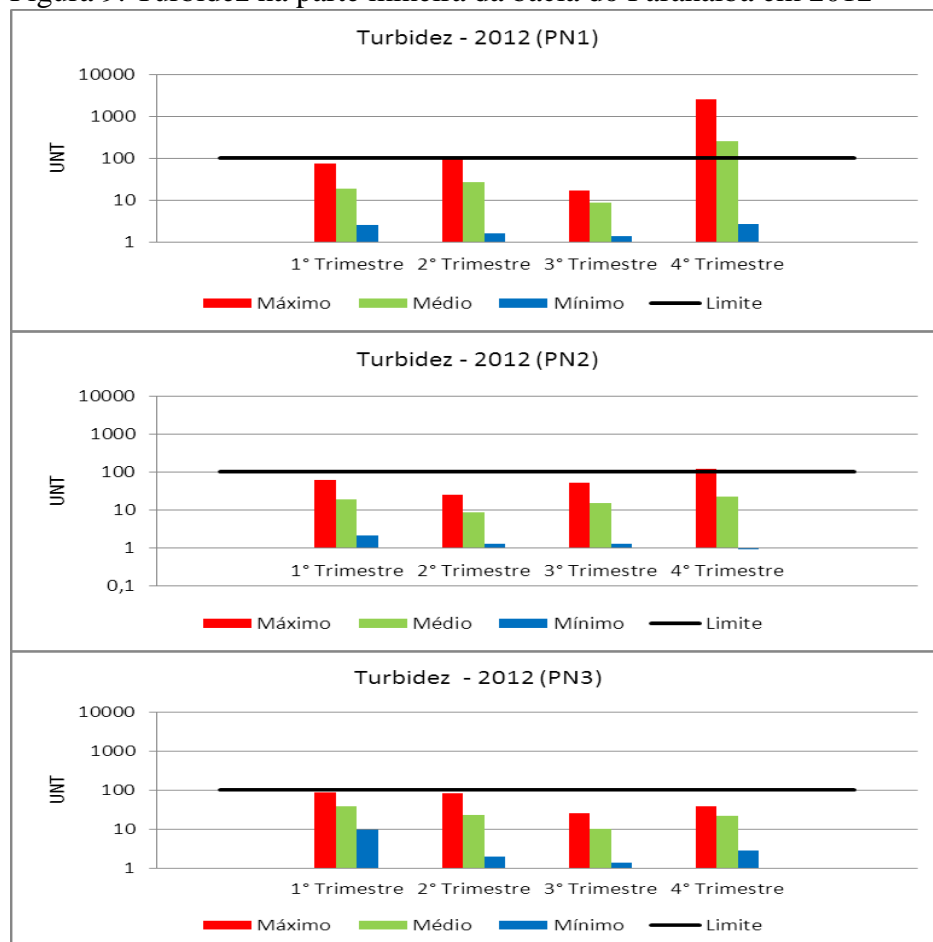
A temperatura dos corpos d'água, caso não haja anormalidades, tende a seguir a temperatura da atmosfera. Neste caso, na bacia do Paranaíba, os valores maiores ocorrem nos meses de outubro até abril, e valores menores entre abril e setembro. Assim, percebe-se que os valores máximos na área de estudo são maiores nos 1° e 4° trimestres. Por outro lado, os menores valores mínimos são observados nos 2° e 3° trimestres.

## Turbidez

Este parâmetro refere-se ao grau de interferência que a luz sofre quando passa através da água. A turbidez nos corpos d'água brasileiros “é particularmente elevada em regiões com solos mais susceptíveis à erosão, onde as precipitações podem carrear partículas de argila, silte, areia, fragmentos de rocha e óxidos metálicos do solo” (LIBÂNIO, 2010, p. 30). Há, também, influência das características geológicas da bacia de drenagem, comportamento dos índices pluviométricos e uso de práticas agrícolas inadequadas (Libânio, 2010).

Na figura 9 estão representados os valores da turbidez no ano de 2012, em escala logarítmica. Apesar de permanecer quase sempre dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA, houve extremo aumento no 4º trimestre, época de preparo da terra para o plantio de verão, fazendo com que o valor médio rompesse o limite máximo na PN1 e PN2.

Figura 9: Turbidez na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012



ORG: COSTA, F. B. 2013. (Fonte: IGAM, 2012)

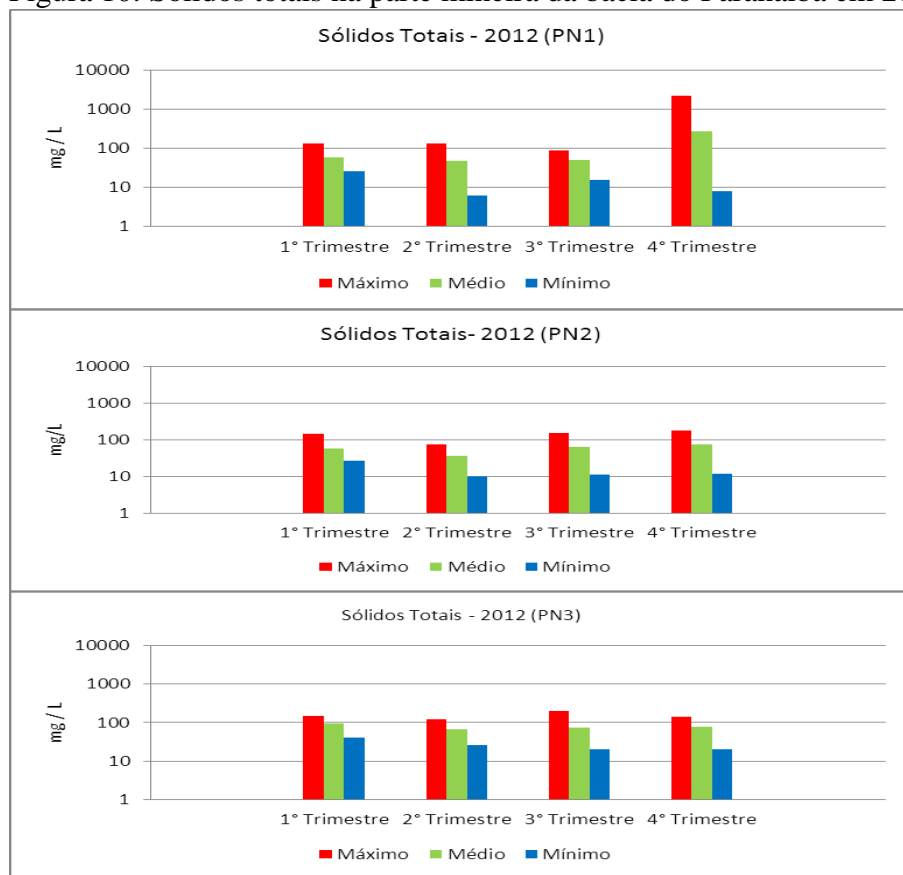
Na PN2 o valor médio permaneceu dentro do limite máximo estabelecido pela Resolução, ou seja, abaixo de 100 UNT. Apenas um valor máximo, no 4º trimestre ultrapassou o limite, possivelmente ocasionando aumento no parâmetro Sólidos Dissolvidos também. Na PN3 o parâmetro permaneceu dentro da normalidade e do limite máximo definido pelo CONAMA durante todo o ano.

### **Sólidos Totais**

A quantificação dos sólidos totais é importante para verificar se as condições ambientais podem causar danos aos peixes e à vida aquática em geral. Altos valores podem provocar corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas, prejudicando o abastecimento público. A Resolução CONAMA 357 não estabelece limites para sólidos totais, porém é mencionado limites para sólidos dissolvidos e em suspensão, sendo respectivamente, para classe 2, 500 mg/L e 100 mg/L.

Na PN1 o parâmetro Sólidos Totais se manteve relativamente baixo durante os três primeiros trimestres, porém apresentou uma grande anomalia no último trimestre, correlacionando com o mesmo período citado no parâmetro Turbidez, comprovando assim, muito provavelmente a influência do preparo das terras para plantio. Para a PN2 e PN3 não houve grandes variações nos dados, mantendo-se os valores médios abaixo de 100 mg/L (figura 10 – escala logarítmica).

Figura 10: Sólidos totais na parte mineira da bacia do Paranaíba em 2012



ORG: COSTA, F. B. 2013. (Fonte: IGAM, 2012)

## Conclusões

Na Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1), o parâmetro de qualidade das águas que apresentou maior violação nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 foi o de coliformes termotolerantes. A principal causa são os despejos domésticos e industriais. Destacam-se os pontos de monitoramento PB01, PB03, PB09, PB038 e PB040, que permaneceram com os valores violados durante os quatro trimestres de 2012. As taxas de fósforo também deram elevadas no PB01 e PB09 nos períodos de chuva. Pode ter ocorrido contribuição difusa originada do escoamento superficial, associando-se, assim, a fatores como adubação na agricultura ou indústrias de extração mineral. Outro parâmetro que pode ter influenciado em uma avaliação negativa no IQA naquela unidade de planejamento e gestão é o da turbidez, que apresentou desconformidade no 4º trimestre, coincidindo com período chuvoso da região, quando há o preparo das terras para o plantio de verão.

Na Bacia do Rio Araguari (PN2) estão localizadas as cidades mais populosas da região, como Uberlândia e Uberaba. Com isso, nota-se a constante violação do parâmetro relacionado aos coliformes termotolerantes nos quatro trimestres de 2012 nos pontos PB013, PB023, PB042 e PB055, localizados, respectivamente, no Rio Capivara a jusante da cidade de Araxá, no Rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia, Rio Misericórdia a jusante de Ibiá e Ribeirão Salitre a jusante da cidade de Serra do Salitre. Outro parâmetro que chama atenção na PN2 é o Fósforo Total. Tal parâmetro ocorre nos quatro trimestres monitorados no ponto PB023 acima do permitido pela Resolução CONAMA, marcando o máximo valor em 0,45 mg/L no terceiro trimestre, muito acima do 0,1 mg/L determinados pela Resolução. Destacam-se, também, outros pontos como PB013 e PB055, que superam duas e três vezes o limite. O IQA foi prejudicado, principalmente pelo resultado do PB023, a jusante da cidade de Uberlândia, com valores de 0,41 de Fósforo Total, provavelmente causado por despejos domésticos, industriais e adubações de lavouras.

A Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3) tem sua economia fortemente baseada na agropecuária e na agroindústria, com uma marcante presença da indústria sucro-alcooleira. Mais uma vez o parâmetro coliformes termotolerantes se destaca negativamente tendo seus limites violados na maioria dos pontos monitorados, em três dos quatro trimestres do ano de 2012, destacando o ponto PB049, que o viola todo o ano, chegando ao maior valor obtido, 50.000 NMP/100 mL. Tal ponto de amostragem localiza-se no Ribeirão Monte Alegre a jusante da cidade de Monte Alegre de Minas. Em relação ao Fósforo Total, percebe-se a tendência de aumentar no primeiro e segundo trimestres. Nos 3º e 4º trimestres os valores desse parâmetro permanecem dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA.

Na parte mineira da bacia do Rio Paranaíba a maioria dos cursos d'água apresentou IQA médio no ano de 2012, ou seja, entre 50 e 70 pontos. Percebe-se grande influência dos despejos industriais e domésticos nos cursos d'água. Os parâmetros que mais violaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 foram Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes. Ressalta-se a importância das políticas públicas que trabalham pela padronização da avaliação da qualidade da água dos rios brasileiros, porém se torna necessário, além do monitoramento constante dos corpos hídricos, ações que visam a melhoria da qualidade ambiental de forma abrangente e integrada.



## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia do rio Paranaíba**. Relatório Síntese. Brasília: 2013.

CETESB. **Índice de qualidade das águas**. (Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/01.pdf> – acessada 07/01/2014)

CONAMA (2005). **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de marco de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providencias. Diário Oficial da União, 17/03/2005 (disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> - acessada em 07/01/2014)

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais – 1º trimestre de 2012**. Belo Horizonte, 2012. 99 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais – 2º trimestre de 2012**. Belo Horizonte, 2012. 86 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais – 3º trimestre de 2012**. Belo Horizonte, 2012. 86 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais – 4º trimestre de 2012**. Belo Horizonte, 2012. 101 p.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª. ed. Campinas: Átomo, 2010. 494 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria MS Nº 2914 DE 12/12/2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, 14/12/2011 (disponível em [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html) - acessada em 07/01/2014).

MORAGAS, W. M. **Análise dos sistemas ambientais do alto rio Claro – Sudoeste de Goiás**: contribuição ao planejamento e gestão. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2005. 217 p.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 588 p. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 7).

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. Ed. 452 p. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.1).