

# CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PRINCIPAL RIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

*Luis Tomás Azevedo de Mello<sup>1</sup>; Mauro Campos Trindade<sup>1</sup>; Francisco Fernando Noronha Marcuzzo<sup>1</sup>*

**RESUMO** --- O Rio Meia Ponte, principal curso d'água que atravessa a região metropolitana de Goiânia, é fortemente degradado em consequência da intensa urbanização da região, que vem ocorrendo desde a transferência da capital goiana de município. Esse estudo teve por objetivo analisar a qualidade das águas em oito pontos ao longo do rio no que diz respeito aos critérios ambientais. As avaliações das condições do rio se deram tanto pelo critério do Índice de Qualidade de Água (IQA) da National Sanitation Foundation (NSF) dos EUA quanto pelos padrões exigidos pela resolução CONAMA 357 de 2005 para as águas de classe dois. Dois períodos distintos foram comparados: o mês de novembro representando o chuvoso e o mês de junho representando o seco. Os padrões de qualidade da água foram levemente superiores no período seco em relação ao período úmido. Identificou-se queda nos padrões de qualidade do Rio Meia Ponte ao longo do trecho analisado, sendo essa queda mais intensa quando atravessa a região metropolitana de Goiânia. Esse estudo deixa evidente que a ocupação de uma bacia sem critérios ambientais pode comprometer consideravelmente a qualidade das águas superficiais.

**ABSTRACT** --- The Meia Ponte River, main waterway that cross the Goiânia metropolitan region, is very degraded from the as a result of the intensive urbanization that happened over the state capital since it was moved. The objective of this study was to analyze the quality of the water in eight points along the river observing environmental criteria. Evaluating river's conditions was made by both the criterion of the standards as the Water Quality Index (WQI) from the National Sanitation Foundation (NSF) from USA as the standards required by the CONAMA resolution 357 from 2005 to water class number two. Two distinct periods were compared: November month representing raining period and June month representing the dry period. The quality standard was quite better on dry period than the wet period. It was identified a drop in Meia Ponte River's quality standards in the analyzed river's stretch, and this reduction growing up more in the Goiânia. This study attempts to a watershed occupation without environmental criterions can considerably affect the quality surface water.

**Palavras-chave:** Índice de qualidade de água, rio meia ponte, oxigênio dissolvido.

---

1) Eng<sup>o</sup>, Pesquisador em Geociências / Engenharia Hidrológica, CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil) – Empresa Publica de Pesquisa do Ministério de Minas e Energia – Rua 148, nº485 - Setor Marista - CEP 74170-110, Tel.: (62) 3240-1400 fax: (62)3240-1417 – Goiânia/GO, e-mail: {luis.mello, mauro.trindade, francisco.marcuzzo}@cprm.gov.br

## 1 - INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica é primordial para o alcance da sustentabilidade ambiental. Até 2008, ano de sua extinção, a Agência Ambiental de Goiás realizava o monitoramento da bacia do Rio Meia Ponte (GOIÁS, 2008). A importância dessa bacia é compreendida pela quantidade de municípios que são drenados por suas águas (39), incluindo a capital goiana, que, somados, possuem 2.690.662 habitantes, ou seja, 44,8% da população do Estado (IBGE, 2010).

A cidade de Goiânia ao se tornar a capital de Estado trouxe desenvolvimento à região e junto, inevitavelmente, a degradação das águas. De Carvalho *et al.* (2007) e Das Neves & Tucci (2003) afirmam que nos municípios que integram as regiões metropolitanas são observadas as ações que mais causam impactos diretos e indiretos sobre a qualidade das águas dos corpos hídricos. Além disso, a expansão dos núcleos urbanos substituiu a cobertura vegetal original por uma superfície pouco permeável, que resultou na diminuição da taxa de infiltração da bacia e no aumento do escoamento, reduzindo a vazão natural no período de estiagem e aumentando as enchentes na ocorrência de chuvas intensas. Quando Da Cunha (2007) analisou a vazão do Rio Meia Ponte a jusante de Goiânia no período de 1979 a 2005, constatou a alteração em razão, justamente, de fatores que provocam a impermeabilização dos solos em áreas urbanas e rurais. Como consequência, os poluentes orgânicos e inorgânicos depositados no solo são carregados pela chuva, causando assoreamento e alteração da qualidade do corpo hídrico (DE CARVALHO e SIQUEIRA, 2011). Somado a isso, há o lançamento de efluentes domésticos e industriais diretamente nos canais fluviais (ITCO, 2008). A situação é agravada ainda pelo fato da maioria dos municípios não possuírem um sistema de coleta de lixo eficiente e nem tão pouco locais adequados para destinação final dos seus resíduos domésticos.

Para sintetizar as informações de qualidade de água durante o monitoramento, será utilizado o Índice de Qualidade de Água (IQA) da National Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos. Esse índice foi desenvolvido no início da década de 1970 para acompanhar, ao longo do tempo, a adequação dos recursos hídricos para fins de abastecimento público (CETESB, 2003; SOUZA e LIBÂNIO, 2009). De acordo com informações do Ministério do Meio Ambiente, 11 estados brasileiros, além do Distrito Federal, utilizam o IQA em programas de monitoramento (PNRH, 2006). No cálculo do IQA são utilizados os nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização físico-química e biológica da qualidade das águas: Coliforme Termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato total, fosfato total, temperatura, turbidez, resíduo total e oxigênio dissolvido (CETESB, 2003; BRASIL, 2005; SOUZA e LIBÂNIO, 2009).

O oxigênio dissolvido (OD) é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios e podem causar a redução de sua concentração no meio. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo de água de manter a biota aquática (CARVALHO *et al.*, 2009).

A DBO é o parâmetro tradicionalmente mais utilizado e representa a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido. O consumo de oxigênio dissolvido pelos microorganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica faz desta um dos principais causadores de poluição das águas. Os principais componentes orgânicos são os compostos de proteína, os carboidratos, a gordura e os óleos, além de outros em menor quantidade como uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas, ácidos solúveis. Em razão da grande dificuldade na determinação laboratorial dos diversos componentes da matéria orgânica, frente à grande variedade de formas e compostos em que a mesma pode ser apresentada, utilizam-se geralmente métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica, ou do seu potencial poluidor (COSTA FILHO & PASQUALETTO, 2006).

O pH (potencial hidrogeniônico) é a medida da atividade dos íons de hidrogênio e define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução aquosa. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em conseqüência, alterações bruscas do pH podem resultar no desaparecimento dos organismos presentes no corpo d'água (IGAM, 2006; SANTOS *et al.*, 2007).

Os Coliforme Termotolerantes se apresentam em grande número apenas nas fezes de animais de sangue quente, dentre eles o homem. Entretanto, a presença de coliformes na água não representa, por si só, um perigo à saúde, mas indicam a possível presença de outros organismos patogênicos causadores de problemas à saúde.

O fósforo é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. O aporte antropogênico é oriundo dos despejos domésticos e industriais, além de detergentes, excrementos de animais e fertilizantes (IGAM, 2006). A presença de fósforo nos corpos d'água desencadeia o desenvolvimento de algas ou plantas aquáticas indesejáveis, principalmente em reservatórios ou corpos de água parada, podendo conduzir ao processo de eutrofização (PNMA, 2004).

O nitrogênio pode apresentar-se em várias formas e estados de oxidação; sendo que no meio aquático, ele pode ser encontrado como: nitrogênio molecular, escapando para atmosfera; nitrogênio orgânico dissolvido e em suspensão; amônia; nitrito e nitrato. É um elemento indispensável ao crescimento das algas, mas em excesso pode provocar uma eutrofização. A amônia é uma

substância tóxica não persistente e não cumulativa. Em baixas concentrações, como é comumente encontrada, não causa nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais, já em grandes quantidades pode causar sufocamento de peixes (IGAM, 2006).

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo aparência turva à mesma (VON SPERLING, 2005). Altos índices de turbidez reduzem a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e também das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (IGAM, 2006).

Segundo Von Sperling (2005) todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos dissolvidos correspondem à fração que são de difícil identificação pelos métodos simplificados de filtração em papel e, de maneira geral, são partículas com diâmetros inferiores a  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$ .

A resolução CONAMA 357 de 2005, que estabelece limites individuais para cada substância em cada classe, informa os seguintes valores apresentados na Tabela 1 para as águas de Classe 2.

Tabela 1 - Parâmetros de enquadramento das águas de Classe 2 segundo CONAMA 357/05.

Parâmetro	Limites admissíveis
Coliformes Termotolerantes	1000 / 100 ml
DBO <sub>5,20</sub>	$\leq 5$ mg/L O <sub>2</sub>
Oxigênio Dissolvido	$> 5$ mg/L O <sub>2</sub>
Turbidez	100 UNT
pH	6,00 a 9,00
Sólidos Totais Dissolvidos	500 mg/L
Fosfato <sup>1</sup>	0,307 mg/L
Nitrato	10,0 mg/L

<sup>1</sup> A resolução estabelece os níveis de fósforo que foram, então, ajustados aos níveis de fosfato.

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

Lima *et al.* (2006) realizaram análises físico-químicas de Oxigênio Dissolvido, DBO, DQO e temperatura de amostras coletadas em um trecho de 36 km do Rio Meia Ponte com a finalidade de estimar valores médios de demanda bioquímica última de oxigênio e coeficiente de desoxigenação por meio de modelos matemáticos. O trecho analisado se localiza dentro da região metropolitana de Goiânia e os resultados, com exceção do último ponto, mostraram decaimento da matéria orgânica biodegradável e aumento das taxas de desoxigenação. Os autores atribuíram essa mudança de tendência a possível aumento da toxicidade da água corrente devido à urbanização.

Da Silva *et al.* (2010) estudaram o Rio Meia Ponte, na sub-bacia metropolitana, em Goiânia-GO, por segmento de rio, em função da localização e identificação dos empreendimentos instalados às suas margens, de acordo com os potenciais poluidores encontrados nas áreas de ocupação do

solo. Os autores propuseram grupos de parâmetros de análise de qualidade de água bem como malhas de monitoramento ao longo de rodovias.

De acordo com o que foi apresentado, o presente trabalho tem como objetivo analisar os aspectos físicos, químicos e biológicos da água em um trecho do Rio Meia Ponte, no Estado de Goiás, em duas épocas do ano hidrológicamente distintas. Classificar os pontos amostrados segundo o critério do IQA da NSF, e identificar a situação das águas do rio em relação ao que determina a Resolução CONAMA nº 357, de 2005 para corpos d'água de classe 2.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 – Divisão territorial municipal, população e clima da bacia do Rio Meia Ponte.**

A bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte integra a grande Bacia do Rio Paraná e está localizada inteiramente no estado de Goiás. Apresenta uma área de drenagem de 12.410 km<sup>2</sup>, sendo uma das principais redes fluviais e um dos principais recursos hídricos do estado. O curso principal do rio tem sua nascente na Serra dos Brandões, no município de Itauçu e percorre uma extensão de 437 km até desaguar no Rio Paranaíba. Seus principais afluentes são o ribeirão João Leite, rio Caldas e ribeirão Dourados (IBGE, 2003).

Segundo IBGE (2010), o município de Goiânia teve um acréscimo de mais de 160.000 habitantes em dez anos e atualmente vivem na Região Metropolitana de Goiânia mais de 2 milhões de pessoas. A bacia do Rio Meia Ponte abrange 39 municípios e suas águas são utilizadas para abastecimento, geração de energia, irrigação, piscicultura e afastamento e diluição de esgoto (SANEAGO, 2011). O trecho em que o rio atravessa a cidade de Goiânia é o que recebe a maior carga poluidora de todo o percurso em função do lançamento de esgotos domésticos e industriais sem tratamento, bem como o desmatamento e a ocupação do solo sem um planejamento adequado (LINO, 2003; DE CARVALHO e SIQUEIRA, 2011).

A região tem tipologia climática tropical semi-úmido com temperaturas mensais que oscilam entre 18° e 24°C e precipitação anual de 1.750 mm. O período mais seco está nos meses de maio a setembro enquanto a estação chuvosa ocorre nos meses de dezembro a março. A estação chuvosa é bem caracterizada, pois representa cerca de 75% da precipitação anual. Segundo Nascimento (2009) a região Centro-Oeste apresenta um verão quente e chuvoso, um inverno menos quente, seco com elevada amplitude térmica e uma primavera com as temperaturas mais elevadas do ano.

## 2.2 – Metodologia de análise utilizada no estudo

Os parâmetros de qualidade analisados nesse trabalho foram coletados pela Agência Ambiental de Goiás. Oito pontos foram selecionados ao longo do Rio Meia Ponte. Em função da dificuldade de se obter períodos homogêneos comuns, a análise se limitou às coletas realizadas no mês de novembro representando o período chuvoso e no mês de junho representando o período de estiagem dos anos de 2004 a 2007.

Os dados de vazões, usados para dar apoio à análise, tiveram origem na Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM) que monitora três estações de medição de vazão ao longo do Rio Meia Ponte. A estação de Inhumas (Q1) tem área de drenagem de 568 km<sup>2</sup>; a Montante Goiânia (Q2), 2687 km<sup>2</sup> e a Jusante Goiânia (Q3), 2970 km<sup>2</sup>.

Na Figura 1 estão identificados os pontos de coleta de água e medição de vazão ao longo do rio. Os pontos 6 e 16 representam respectivamente os pontos a montante e a jusante da capital goiana.

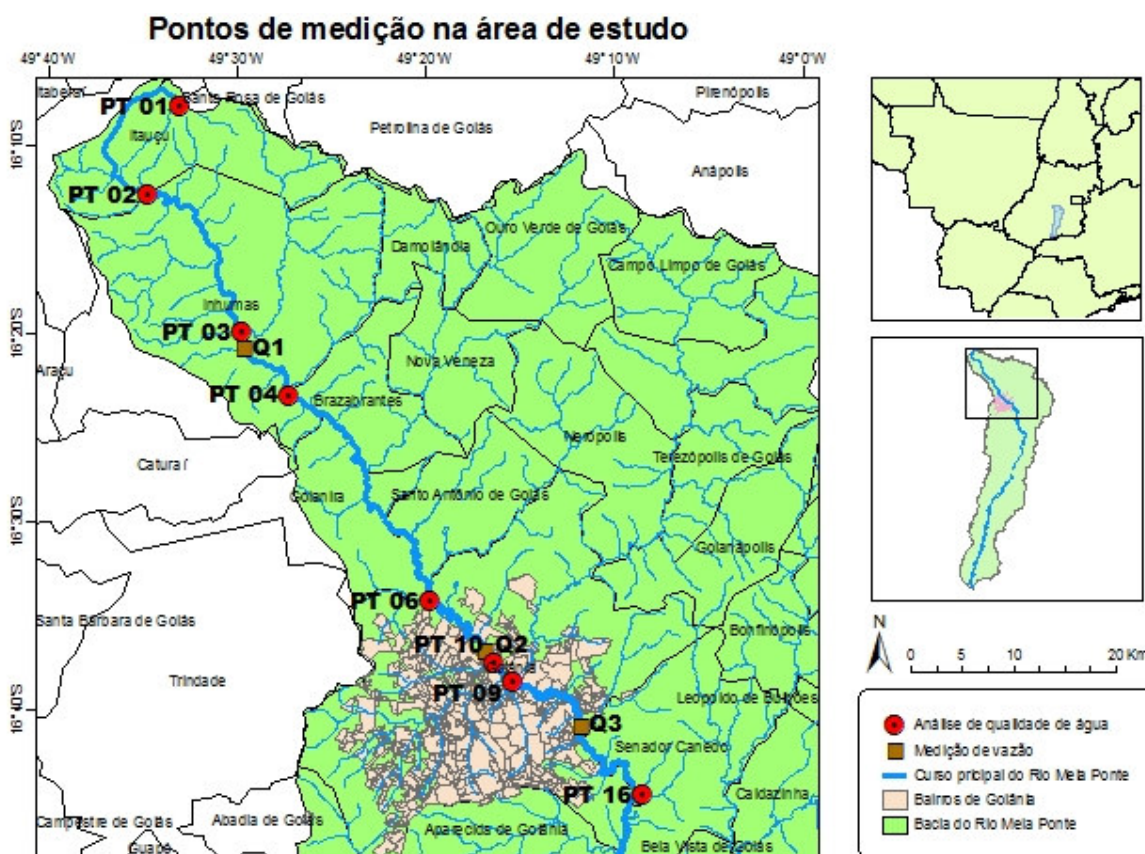


Figura 1 – Localização dos pontos de medição de vazão e coleta de água para análise.

Os parâmetros necessários ao cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) tiveram suas concentrações comparadas com níveis exigidos pela resolução CONAMA 357 de 2005 para águas de classe 2. O IQA fornece um resultado numérico e de fácil interpretação, sendo determinado pelo

produto ponderado das qualidades do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração elevada ao peso ( $p$ ) correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído pela sua importância (ZONTA *et al.*, 2008).

O Relatório 1 Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II (2005) que estabelece equações do índice de qualidade das águas encontrou as funções a partir das curvas de qualidade dos parâmetros (Figura 2) da metodologia do NSF.

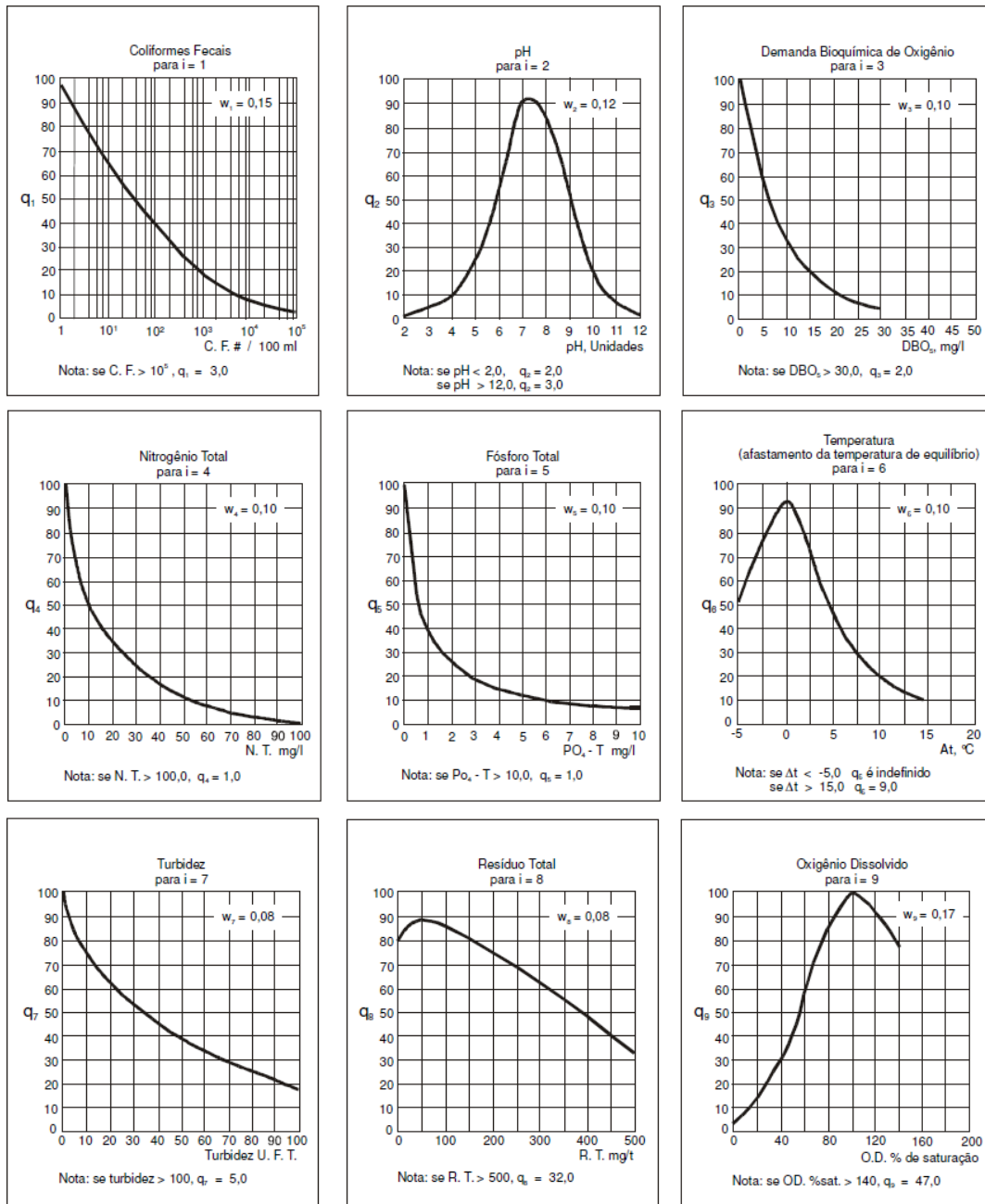


Figura 2 - Curvas médias de variação de qualidade das águas. Fonte: Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II.

A cada parâmetro foi atribuído um peso, de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA/NSF (Tabela 2).

O IQA foi calculado, pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros, de acordo com a Equação 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

em que,

IQA = índice de qualidade da água;

$q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$  obtido por meio da curva média específica de qualidade;

$w_i$  = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância, entre 0 e 1.

Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme especificado na Tabela 3

Tabela 2 – Peso dos parâmetros de cálculo do IQA.

Parâmetro	Peso - $w_i$	Parâmetro	Peso - $w_i$
Oxigênio Dissolvido – OD (%OD)	0,17	Nitrato (mg/L NO <sub>3</sub> )	0,10
DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)	0,10	Fosfatos (mg/L PO <sub>4</sub> )	0,10
Coliforme Termotolerantes (NMP/100mL)	0,15	Sólidos Totais (mg/L)	0,08
Variação de Temperatura (°C)	0,10	Turbidez (UNT)	0,08
pH	0,12		

Fonte: Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II.

Tabela 3 – Classificação da qualidade de água quanto ao IQA.

Faixa (IQA)	Classificação / Qualidade da água
91 – 100	Excelente
71 – 90	Boa
51 – 70	Média
26 – 50	Ruim
0 – 25	Péssima

Fonte: Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II.

Nesse trabalho os valores de  $q_i$  foram obtidos, a partir das quantidades dos parâmetros, por meio das “Equações do Índice de Qualidade das Águas” apresentadas no Relatório do Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II (2005).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência da ocupação da bacia do Rio Meia Ponte é bastante significativa e a alteração das características do curso d’água são notadas principalmente na região metropolitana de Goiânia.

Os registros de vazão no período de 2003 a 2007 das estações de monitoramento da CPRM indicaram que a vazão média município de Inhumas – GO (Q1) é de 3,2 m<sup>3</sup>/s e desvio padrão da amostra de 1,4 m<sup>3</sup>/s (Figura 1). O menor e o maior valor de vazão nessa estação foram 1,6 e 5,8



m<sup>3</sup>/s respectivamente. Na estação Montante Goiânia (Q2) a vazão média ficou próximo dos 9,0 m<sup>3</sup>/s com desvio padrão de 4,0 m<sup>3</sup>/s. O valor máximo e mínimo registrados foram respectivamente 14,9 e 3,3 m<sup>3</sup>/s. Por fim, na estação Jusante Goiânia (Q3) a vazão média foi de 21,5 m<sup>3</sup>/s com desvio padrão de 8,8 m<sup>3</sup>/s. O valor máximo e mínimo registrados foram respectivamente 34,3 e 10,12 m<sup>3</sup>/s.

A amplitude pluviométrica da região pode ajudar a explicar diferença de vazão entre os períodos de chuva e de estiagem. Naturalmente, as estações mais a jusante têm seus valores de vazão maiores em função do aumento da área de drenagem. Porém, deve ser mais bem avaliada a condição de transposição indireta de água tratada para o abastecimento da população de Goiânia e entorno. Esse é um volume significativo que tende a crescer junto com o crescimento populacional. A situação se agrava com o fato de ser uma contribuição resultante de descarte de efluentes domésticos e industriais. No período de estiagem a vazão de efluentes sem tratamento despejado no rio supera a vazão natural e a consequência disso é o mau cheiro marcante exalado pelo rio que incomoda e prejudica a qualidade de vida da população local.

Os níveis de Oxigênio Dissolvido do Rio Meia Ponte reduzem consideravelmente ao longo do percurso como mostra a Figura 3. Nos pontos de análise 1, 2, 3 e 4 os níveis estão de acordo com o que estabelece a resolução 357/05 do CONAMA para os corpos de classe 2. Por outro lado os pontos 9 e 16 apresentam níveis reduzidos de Oxigênio Dissolvido e abaixo do que estabelece a resolução.

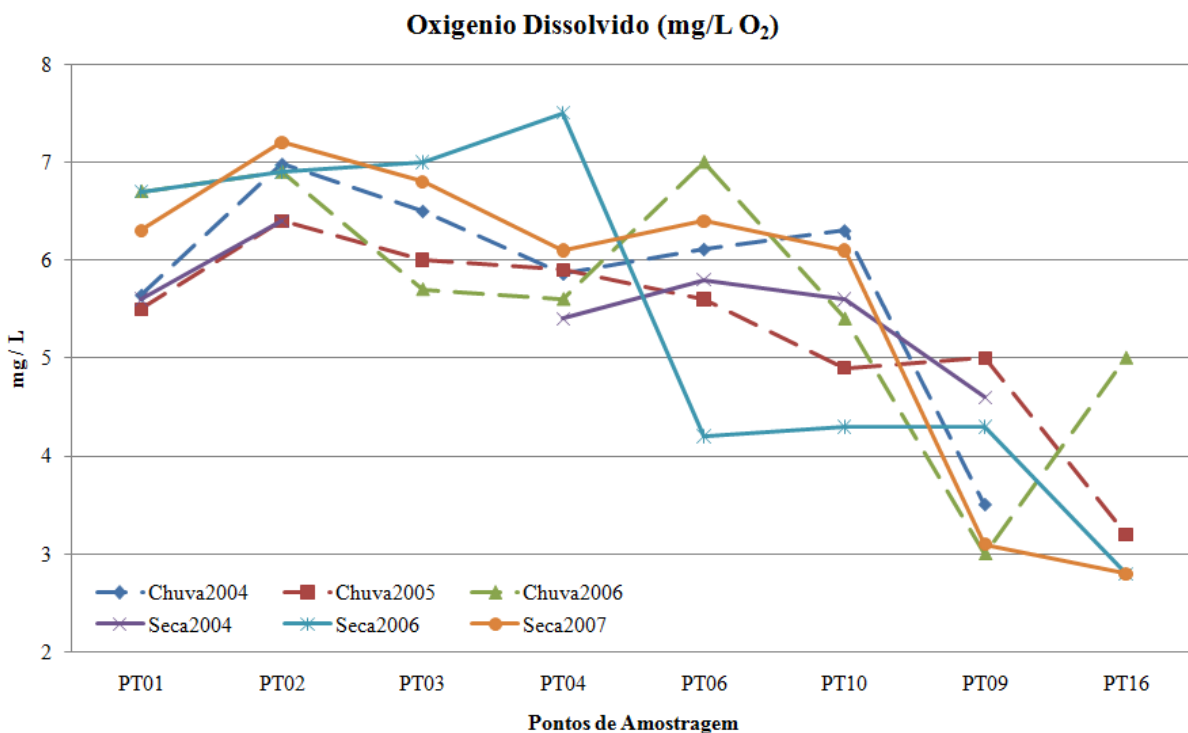


Figura 3 – Concentração de Oxigênio Dissolvido ao longo do Rio Meia Ponte.

O resultados de  $DBO_{5,20}$  mostram (Figura 4) tendência crescente ao longo do rio. Do ponto 1 ao ponto 4 os valores estão dentro dos padrões exigidos pelo CONAMA para o enquadramento de classe 2. O ponto 6 ficou fora dos padrões na amostra coletada do período chuvoso do ano de 2005 e o ponto 10 na amostra coletada no período seco de 2006. Os pontos 9 e 16 tiveram 50% das amostras fora dos padrões de exigidos pela resolução CONAMA 357/05. Todos os pontos de amostragem, citados no texto e nas Figuras, podem ser localizados pela Figura 1.

O aumento nos valores de  $DBO_{5,20}$  estão coerentes com a diminuição dos valores de oxigênio dissolvido ao longo do rio uma vez que os dois parâmetros têm alta correlação entre si. Também é possível observar que os valores de  $DBO_{5,20}$  tendem a ser maiores no período chuvoso em função da maior carga de matéria orgânica que atinge o curso d'água. Material esse levado pelo escoamento.

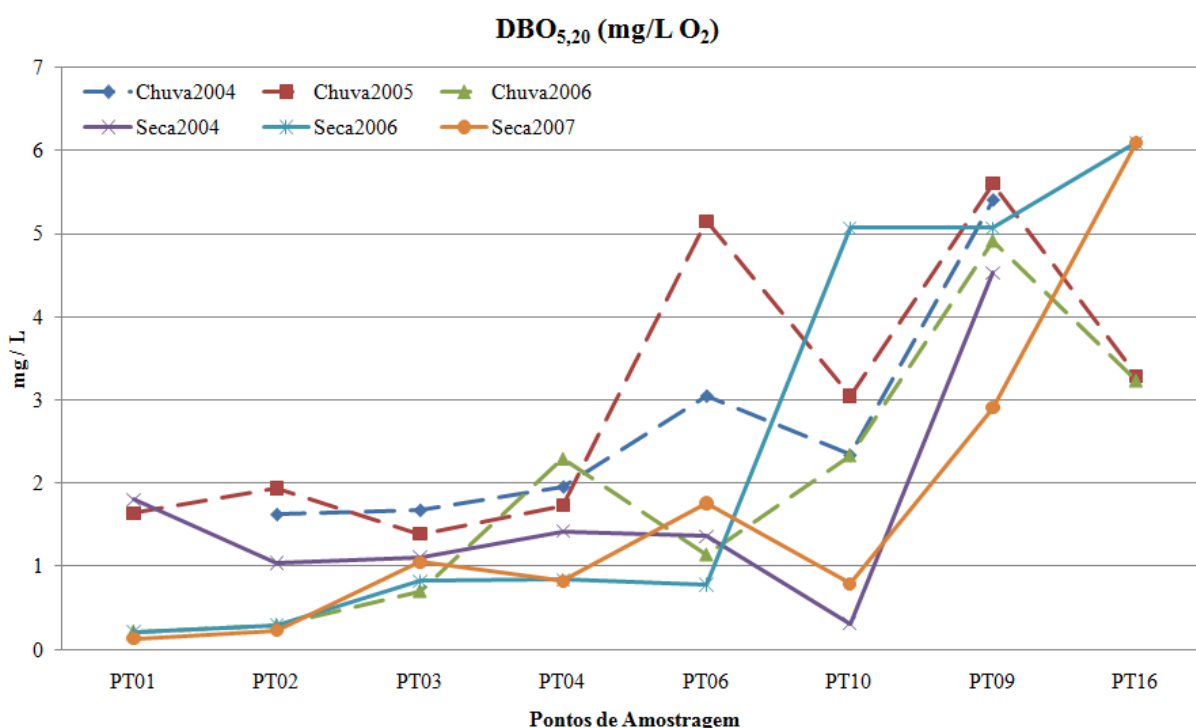


Figura 4 –  $DBO_{5,20}$  dos pontos amostrados ao longo do Rio Meia Ponte.

A turbidez da água pouco sofreu alteração ao longo do trecho de rio analisado e de um modo geral ficou dentro dos padrões exigidos pela CONAMA para uma água de classe 2. Os resultados de análise de turbidez estão apresentados na Figura 5. Pelo gráfico as análises feitas no período chuvoso apresentaram maiores valores de turbidez justificado pela maior agitação das águas e carreamento de partículas em suspensão.

Os Sólidos Totais dissolvidos encontrados nas amostras revelam uma tendência crescente – como mostra a Figura 6 – a medida que se distancia da nascente. Entretanto, os valores de todas as amostras estão dentro das exigências do CONAMA e não há restrições com esse parâmetro para

águas de classe 2. Diferentemente dos dados de  $DBO_{5,20}$  e turbidez, não foi possível notar diferença de tendência nos dados de sólidos totais dissolvidos entre os períodos secos e chuvosos.

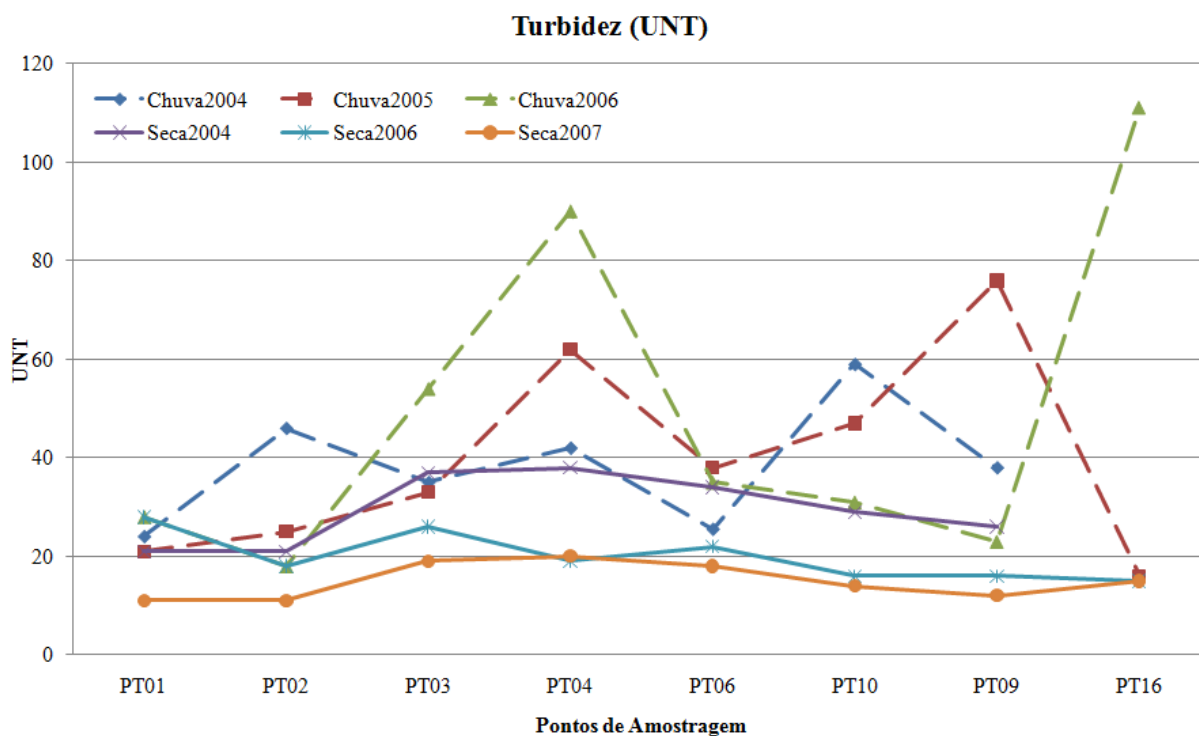


Figura 5 – Turbidez da água ao longo do Rio Meia Ponte.

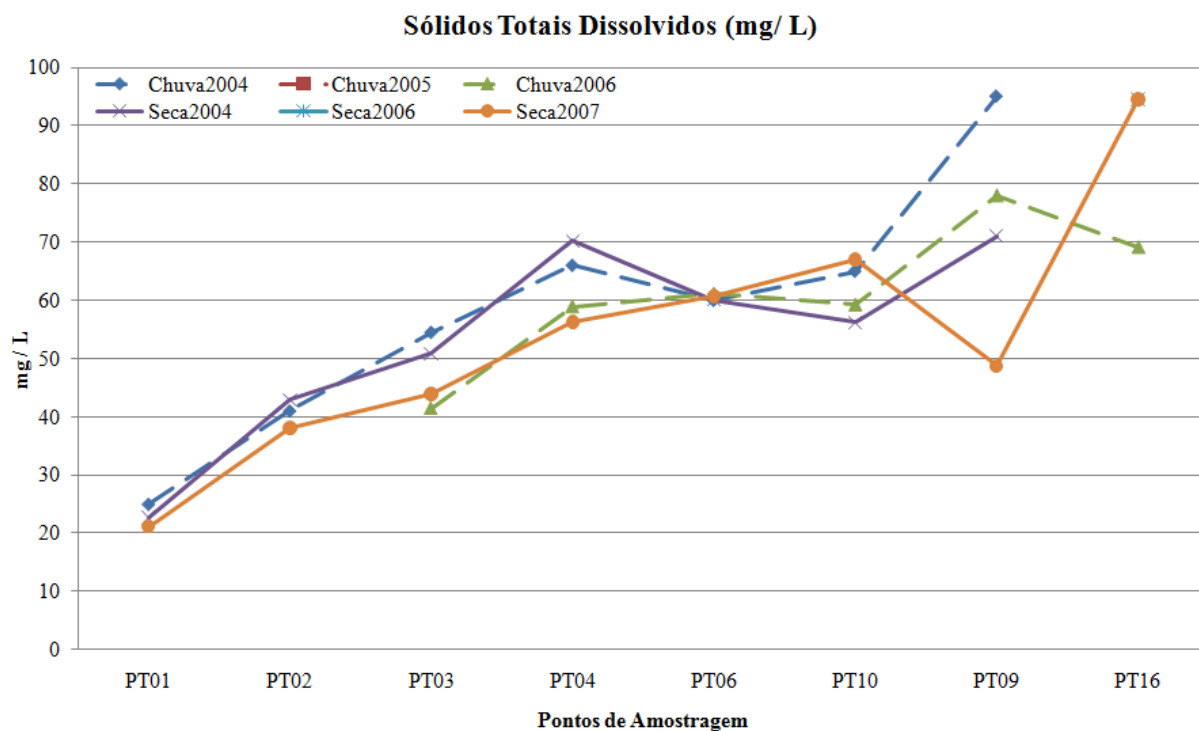


Figura 6 – Sólidos Totais Dissolvidos ao longo do Rio Meia Ponte.

Os níveis de fosfato nas águas do Rio Meia Ponte, de um modo geral, não são problemáticos para a classe a que pertence. A concentração de  $\text{PO}_4$  presente no rio aumenta consideravelmente no ponto 9. Uma das possíveis causas desse aumento é a estação de tratamento de esgoto logo a montante da coleta da amostra. Em apenas três amostras a concentração ultrapassou os limites aceitáveis pelo CONAMA. A Figura 7 mostra a distribuição de fosfato ao longo do trecho analisado.

Pode-se dizer que os valores de pH tiveram maior variação em função da sazonalidade do que ao longo do trecho do rio. A variação mais representativa ocorre do ponto PT01 para o ponto PT02 onde é possível notar um aumento de pH em todas as séries. Depois desse ponto o pH pouco variou ao longo do curso d'água. Os valores ficaram dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA e podem ser visualizados na Figura 8.

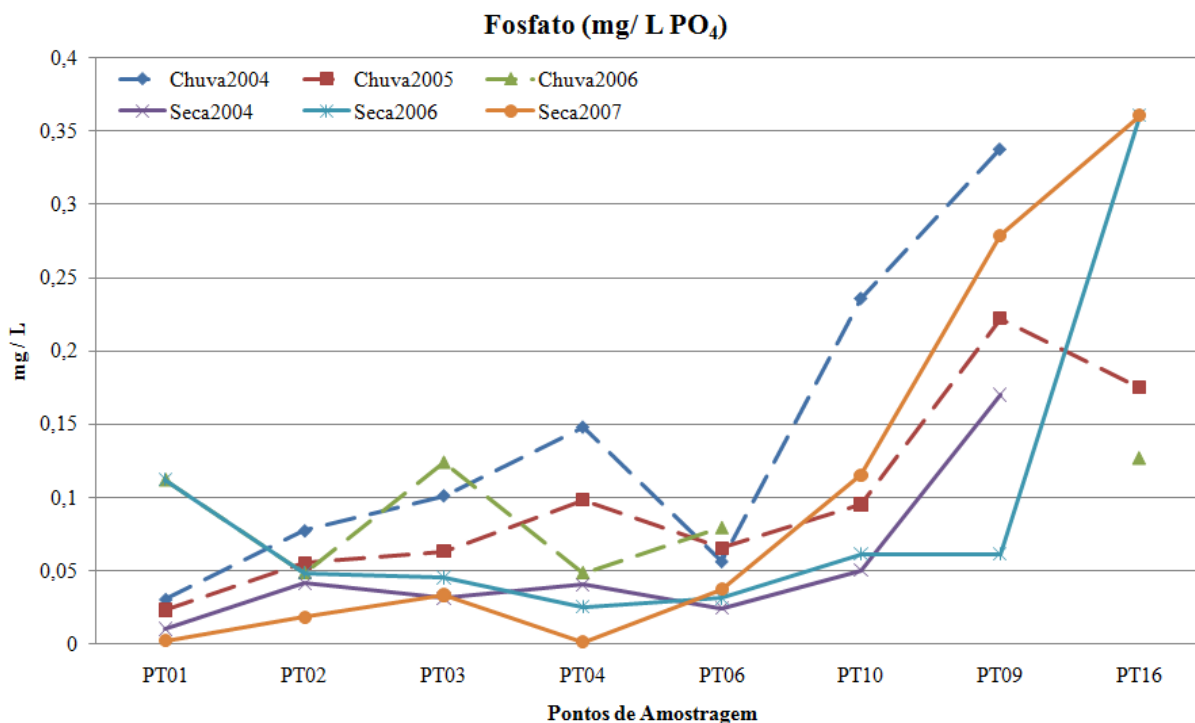


Figura 7 – Concentração de Fosfato ao longo do Rio Meia Ponte.

As concentrações de Nitrato ao longo do rio são pequenas, mas com tendências ascendentes. Na região das nascentes a concentração é próxima de zero e apenas chega a ultrapassar a casa de um mg/L no ponto PT10. Em apenas um dado no ponto PT16 é que a concentração de Nitrato dá um salto e chega perto dos quatro mg/L, de que mostra que os níveis de nitrato não são preocupantes. As concentrações de Nitrato, dispostas na Figura 9, estão dentro dos limites do CONAMA em todos os pontos.

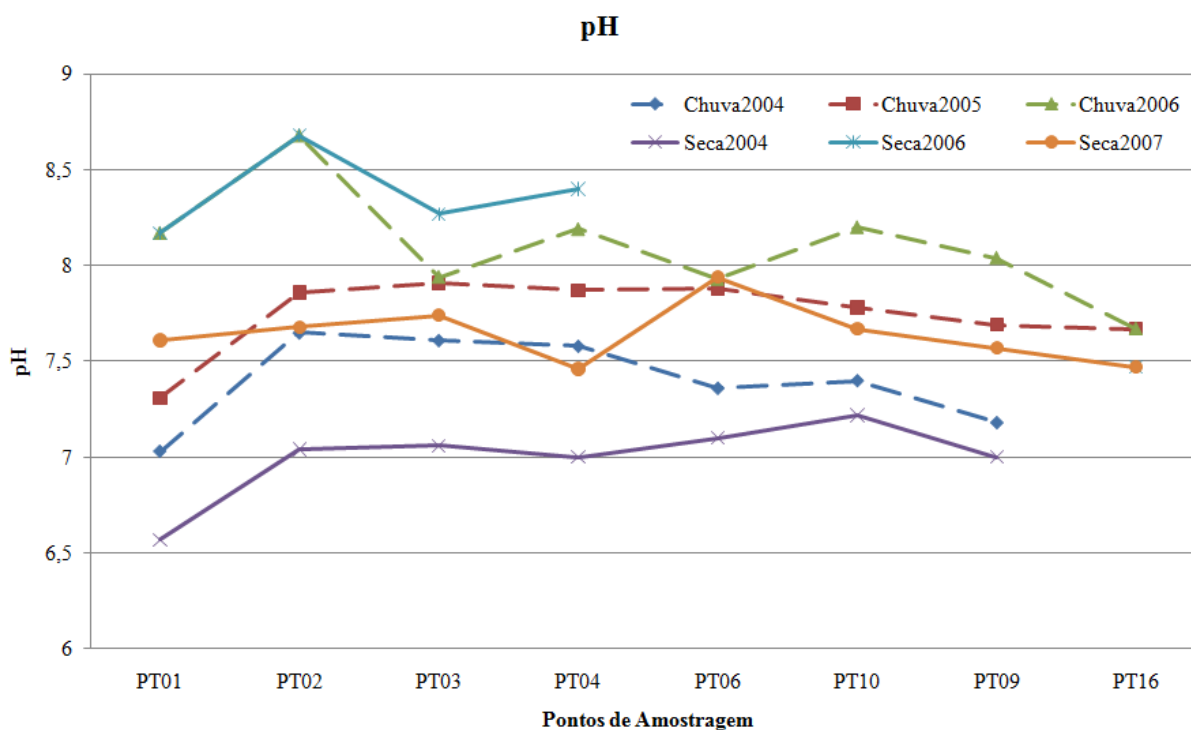


Figura 8 – Valores de pH medidos ao longo do trecho analisado do Rio Meia Ponte.

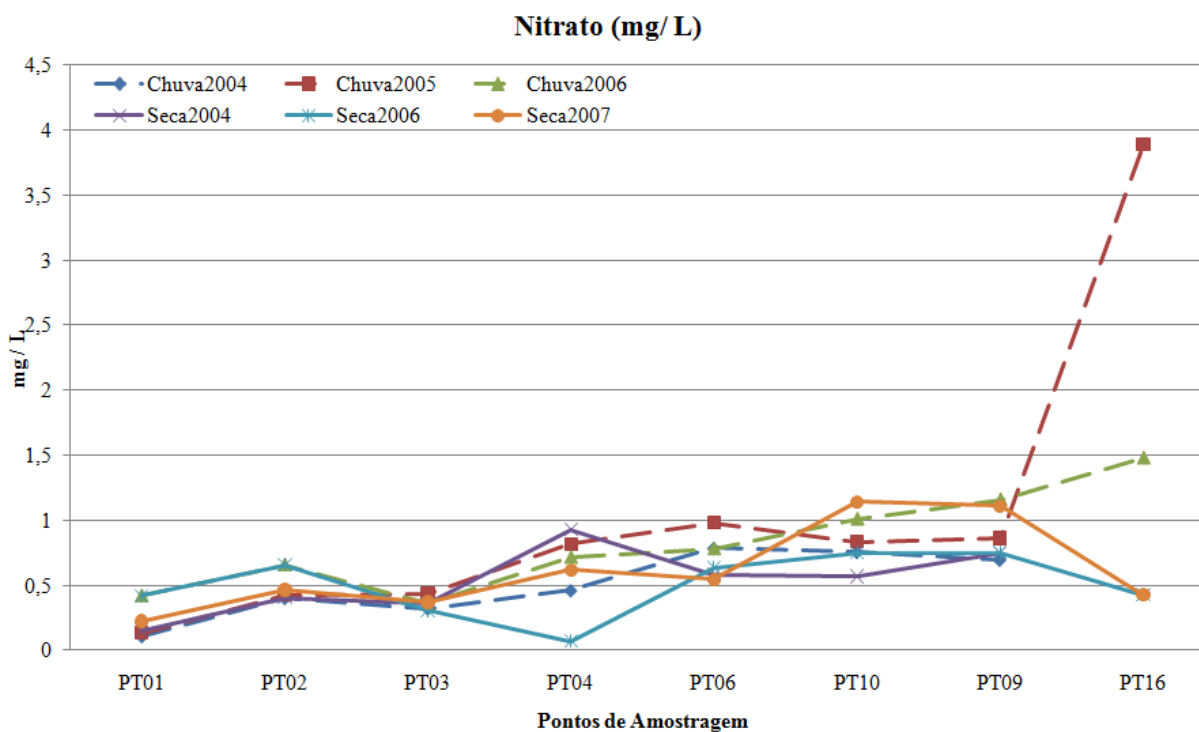


Figura 9 – Valores de Nitrato encontrados nas amostras ao longo do Rio Meia Ponte.

A variabilidade nos valores de contaminantes microbiológicos entre os pontos de coleta e épocas do ano é comum nos trabalhos de monitoramento da qualidade da água em microbacia

hidrográfica (FRACARO, 2005). De fato, os resultados das análises de Coliforme Termotolerantes apresentaram grande variabilidade e ultrapassaram os limites estabelecidos pela resolução CONAMA como pode ser observado na Figura 10.

Analisar os parâmetros separadamente e chegar a uma conclusão sobre a qualidade da água é uma tarefa difícil. Nesse trabalho optou-se por concluir sobre a qualidade da água com os valores de IQA encontrados. Para se chegar a um bom valor de IQA é preciso que todos os parâmetros que compõem o índice sejam medidos corretamente. Em alguns casos, entretanto, alguma medida pode apresentar problemas comprometendo o valor do IQA.

Nesse estudo sete medidas de parâmetros foram ajustadas para que não se perdesse o valor de IQA. Adotou-se um valor médio dos registros em função do período e do ponto analisado. Como se tratou de apenas um parâmetro, foi pequena a influência no valor final do índice e menor sobre o resultado da classificação podendo serem apresentadas como resultado final. O Quadro 1 apresenta a data, o período, o parâmetro e o ponto que foi ajustado. Já os resultados de IQA das coletas ao longo do Rio Meia Ponte estão apresentados no Quadro 2.

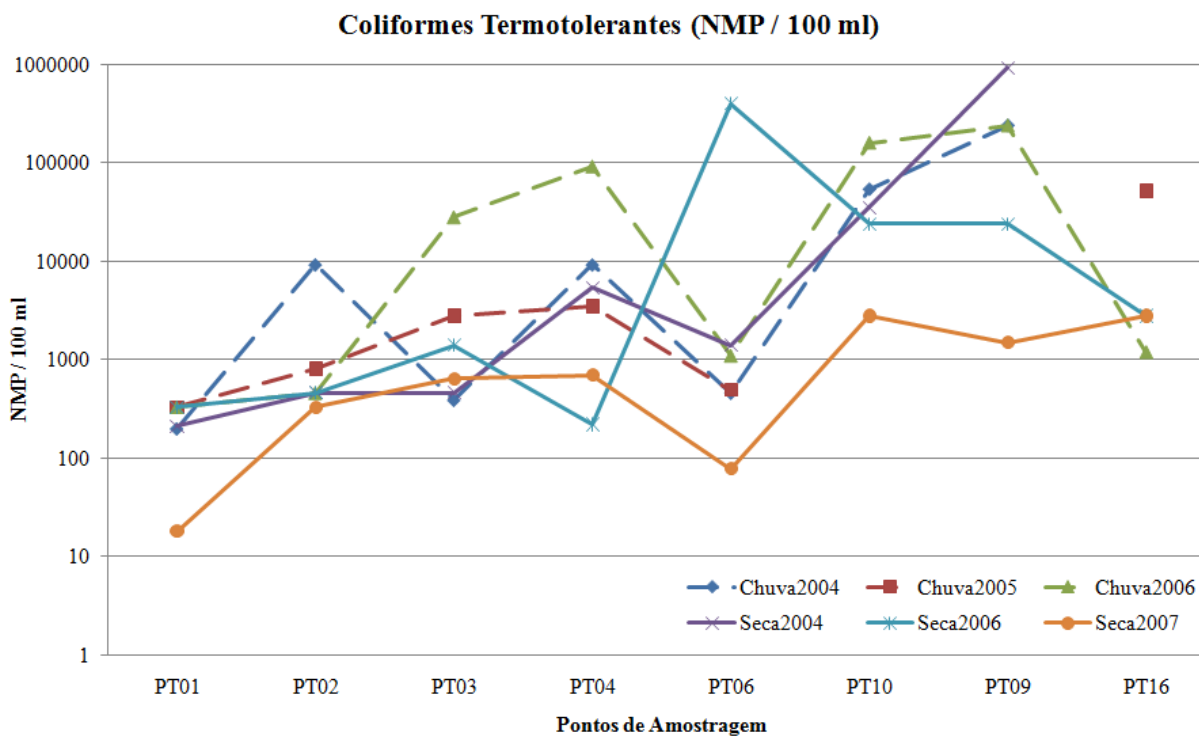


Figura 10 – Coliformes Termotolerantes ao longo do trecho analisado do Rio Meia Ponte.

Quadro 1 - Dados estimados em função da média do período.

Data	Período	Parâmetro	Localização
20/06/2004	Seco	DBO	Ponto 2
02/06/2004	Seco	Oxigênio Dissolvido	Ponto 3
06/06/2006	Seco	pH	Ponto 6
22/11/2005	Chuvoso	Coliformes Termotolerantes	Ponto 10
06/06/2006	Seco	pH	Ponto 10
06/06/2006	Seco	pH	Ponto 9
23/11/2005	Chuvoso	Coliformes Termotolerantes	Ponto 9

Pelo Quadro 2 é possível perceber – sem uma análise estatística elaborada – que a qualidade da água é melhor próximo à cabeceira do rio e piora quando passa por Goiânia. Também se observa que o período seco tende a ter qualidade de água melhor do que o período de chuvoso em função do carreamento de material poluidor para o curso d'água. Pelo Quadro 2 também é possível inferir que a urbanização se intensifica entre os pontos PT06 e PT10. Essa inferência é comprovada ao observar a ocupação territorial da região noroeste da metrópole goiana, bem como a intensificação da urbanização.

Quadro 2 - Índice de Qualidade de Água ao longo do Rio Meia Ponte.

Loc.	Est.	IQA	Loc.	Est.	IQA	Loc.	Est.	IQA	Loc.	Est.	IQA
PT01	Ch04	BOA	PT02	Ch04	MÉD	PT03	Ch04	BOA	PT04	Ch04	MÉD
PT01	Ch05	BOA	PT02	Ch05	MÉD	PT03	Ch05	MÉD	PT04	Ch05	MÉD
PT01	Ch06	MÉD	PT02	Ch06	BOA	PT03	Ch06	MÉD	PT04	Ch06	MÉD
PT01	Se04	BOA	PT02	Se04	BOA	PT03	Se04	BOA	PT04	Se04	MÉD
PT01	Se06	MÉD	PT02	Se05	BOA	PT03	Se06	MÉD	PT04	Se06	BOA
PT01	Se07	BOA	PT02	Se06	BOA	PT03	Se07	BOA	PT04	Se07	BOA
PT06	Ch04	BOA	PT10	Ch04	MÉD	PT09	Ch04	RUIM	PT16	Ch05	RUIM
PT06	Ch05	MÉD	PT10	Ch05	RUIM	PT09	Ch05	RUIM	PT16	Ch06	MÉD
PT06	Ch06	MÉD	PT10	Ch06	MÉD	PT09	Ch06	RUIM	XXX	XXX	XXX
PT06	Se04	MÉD	PT10	Se04	MÉD	PT09	Se04	RUIM	PT16	Se06	RUIM
PT06	Se06	MÉD	PT10	Se06	MÉD	PT09	Se06	MÉD	PT16	Se07	RUIM
PT06	Se07	BOA	PT10	Se07	MÉD	PT09	Se07	MÉD	XXX	XXX	XXX

Loc. = Local de coleta de dados dos parâmetros de qualidade de água.

Est. = Estação climática de referencia. Seca(Se) / Chuvosa(Ch) e ano.

IQA = Índice de Qualidade de Água conforme Tabela 3.

O ponto 1, localizado na região das nascentes, é o que apresenta o maior número de amostras de água de boa qualidade conforme o IQA. Nesse ponto a classificação adotada variou de média a boa e por esse critério não há diferença na qualidade da água do rio entre o período seco e o período chuvoso.

Nos pontos 2 e 3 a classificação do IQA também variou de média a boa, porém no período seco a qualidade foi melhor do que no período chuvoso. Isso ocorre em função da urbanização da

bacia pela cidade de Inhumas. No período chuvoso o escoamento superficial carrega para o curso do rio material contaminante proveniente da urbanização depositado sobre a superfície da bacia.

O ponto 4 está localizado a montante da cidade de Inhumas cuja carga contaminante decorrente da urbanização se torna mais aparente principalmente no período chuvoso. A classificação pelo IQA varia de média a boa, sendo o período seco ainda com a mesma qualidade dos pontos a montante.

O ponto 6 pode ser considerado o controle a montante de Goiânia. A qualidade ainda está pouco comprometida e não há diferença de qualidade entre os períodos seco e chuvoso pelo critério adotado. Esse ponto pode ser usado como padrão para a análise da degradação das águas do Rio Meia Ponte que cortam a cidade.

No ponto 10 já é possível notar a queda na qualidade da água uma vez que não aparece mais indicador de boa qualidade de água. Pelo critério adotado a classificação varia de médio a ruim, mas ainda com predominância de resultados de qualidade média.

Nos pontos 9 e 16 a qualidade da água do Rio Meia Ponte está muito degradada com predominância de classificação ruim. No ponto 9 a situação se agrava muito no período chuvoso, justificado pela sua localização que recebe efeito máximo da urbanização e seu efeito poluidor. O ponto 16 por sua vez, mais a jusante, e mesmo fora dos limites da grande Goiânia, já tem sua qualidade bem comprometida até mesmo no período seco em função da carga poluidora que recebe da cidade e nesse ponto o período chuvoso tende a melhorar a qualidade da água em função da diluição, pois, finalmente, o rio volta a receber contribuição hídrica de áreas não urbanizadas.

#### **4 – CONCLUSÕES**

Nesse trabalho foi realizada uma análise das características das águas do Rio Meia Ponte por meio do IQA e dos parâmetros que o compõe. O resultado evidente é que a urbanização de uma bacia por meio de ocupação desordenada e sem critérios ambientais e principalmente o lançamento de efluentes domésticos e industriais pode reduzir consideravelmente a qualidade das águas superficiais.

Com base no IQA e considerando o período estudado, o trecho do Rio Meia Ponte entre suas nascentes até a montante da região metropolitana de Goiânia tem águas, com qualidade média a boa. A partir desse ponto, a qualidade da água é comprometida pelo lançamento de efluentes domésticos, fazendo com o IQA passa a variar de médio a ruim.

Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA foram comparados aos padrões estabelecidos na resolução CONAMA 357 de 2005 para as águas de classe 2. Como resultado, foi verificado que os



Coliformes Termotolerantes estiveram com condição satisfatória apenas na região das nascentes. O oxigênio dissolvido, DBO e fosfato ultrapassaram os limites da resolução após receber a carga poluidora da região metropolitana de Goiânia.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa em Recursos Hídricos / Serviço Geológico do Brasil) pelo apoio que viabilizou o desenvolvimento desse trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

BRASIL (2005). Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63.

CETESB-COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2003). “*Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo – 2002.*” São Paulo: Sema, 2003.

COSTA FILHO, U. A.; PASQUETTO, A (2006). “*Análise Comparativa dos Indicadores de Impureza e de Qualidade da Água nos Períodos de Seca e Cheia*”. Estudo de Caso do Ribeirão João Leite e do Rio Meia Ponte em Goiânia – Goiás. Biblioteca Digital, PUC Goiás. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/home/index.asp>>

DA CUNHA, M. A. CORRENTINO (2007). “*Evolução das vazões do Rio Meia Ponte a jusante de Goiânia*” in Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, Nov. 2007. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/>>

DA SILVA O. G.; COSTA, O. S. DAEHR, S.Z.T.; DE OLIVEIRA, S.B.; SANTOS A.L.F.; (2010). “*Recomendação de Parâmetros de Monitoramento de Qualidade das Águas para Sub-bacia Metropolitana, Meia Ponte, Goiânia, GO*” in Anais do X Simpósio de Recursos Hídricos, Fortaleza, Nov. 2010. Disponível em: <<http://www.acquacon.com.br/xsrhn/>>

DAS NEVES, M.G.F.P.; TUCCI, C.E.M. (2003). “*Gerenciamento Integrado de Drenagem Urbana: Quantificação e Controle de Resíduos Sólidos*” in Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba, Nov. 2003. Disponível em: <<http://galileu.iph.ufrgs.br/aguasurbanas/>>

DE CARVALHO, A.; AZEVEDO, A.; MARRA, J.F.; DUPIN, P.C.; JUNIOR, A.P.M. (2009). “*Reflexos da Urbanização de Justinópolis na Qualidade da Água do Ribeirão das Areias – Ribeirão das Neves/MG*” in Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Natal, Jul. 2009. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo3/004.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/004.pdf)>

DE CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, E. Q. (2011). “*Qualidade da água do Rio Meia Ponte no perímetro urbano do município de Goiânia-Goiás.*” REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, n. 2, v. 1, p 19-33.

FRACARO, N. V. (2005). *Diagnóstico Sócio-Ambiental do trecho superior da bacia do Rio Vitorino – Sudoeste do Paraná*. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências do Solo, Departamento de Ciências do Solo e Eng. Agrícola da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GOIÁS (2008). Lei nº 16.272 de 30 de maio de 2008. Dispõe sobre a organização da administração direta, autárquica e fundacional do Poder Executivo.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2003). “*Base cartográfica integrada digital do Brasil ao milionésimo: versão 1.0 para ArcGis Desktop-ArcView*”. IBGE. Rio de Janeiro-RJ, CD-ROM.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010). “*Dados do Censo 2010 publicados no Diário Oficial da União do dia 04/11/2010*”. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados\\_divulgados/index.php?uf=52](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=52)> Acessado em 25/05/2011.

IGAM-INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2006). “*Monitoramento das águas superficiais na bacia do Rio das Velhas em 2005*”. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 146p.

ITCO-INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CENTRO-OESTE (2008). “*Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Goiânia (ZEE)*”. Relatório técnico, mar. 2008. Disponível em: <<http://www.goiania.go.gov.br/download/aprovnet/zee/zeeRelatoriotecnico.pdf>>. Acessado em 25/05/2011.

LIMA, A.C.B.; SIQUEIRA, E.Q.; COSTA, O.S. (2006). “*Avaliação de Método Experimental para Quantificação do Coeficiente de Desoxigenação e Demanda Bioquímica Última de Oxigênio no Rio Meia Ponte, Goiás*” in I Seminário de Engenharia Ambiental do Centro Oeste, Brasília. Cd-rom de trabalhos, 2006. v. único.

LINO, L. C. B. (2003). “*Bioindicadores de qualidade ambiental encontrados no rio Meia Ponte – GO*”. UCG. Goiânia-GO, 46 p. Monografia Pós-graduação Lato Sensu.

NASCIMENTO, D. T. F. (2009). “*Influência do fenômeno El Niño nos elementos climáticos temperatura do ar, umidade e precipitação em Goiânia – GO: Uma análise do episódio de 1997/98*” in Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Natal, Jul. 2009. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos\\_expandidos/eixo8/006.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo8/006.pdf)>

PNRH-PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (2006). “*Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: Volume 1.*” Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília.

PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2004). “*Aperfeiçoamento do monitoramento da qualidade das águas da bacia do alto curso do Rio das Velhas (Relatório 2).*” Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais, Belo Horizonte. 145p.

PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2005). “*Sistema de Cálculo da Qualidade da Água (SCQA) Estabelecimento das Equações do Índice de Qualidade das Águas (IQA), (Relatório 1).*” Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais, Belo Horizonte: PNMA II. 19p.

SANEAMENTO DE GOIÁS S/A (2011). “*Repovoamento da Vida Aquática do Rio Meia Ponte.*” Disponível em: <<http://www.saneago.com.br/novasasan/?id=esgoto12&tit=esgoto>>. Acesso em 25/05/2011

SANTOS, V. S.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. N. C. (2007). “*Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa – MG.*” Revista Árvore, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 931-940.

SOUZA, M. E. T. A; LIBÂNIO, M. (2009). “*Proposta de índice de Qualidade para Água Bruta afluente a estações convencionais de tratamento.*” Eng. Sanit. Ambient., v.14, n.4, p 471-478.

VON SPERLING, M. (2005). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* 3º ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária – DESA/UFMG. vol.1.

ZONTA, J. H.; ZONTA, J. B.; RODRIGUES, J. I. S.; REIS, E. F. (2008). “*Qualidade das Águas do Rio Alegre, Espírito Santo*”. Revista Científica Agronômica, Fortaleza, v.39, n.01, p. 155-161, jan.-mar., 2008.