IV-100 - INVESTIGAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS RESPONSÁVEIS PELA DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA LAGOA DA PAMPULHA, EM BELO HORIZONTE/ MG

Aline Ribeiro Alkmim[(1)]
Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais. Especialista em Meio Ambiente pela Escola de Engenharia da UFMG. Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG.
Sílvia M. A. Corrêa Oliveira[(2)]
Engenheira Eletricista, Mestre e Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da UFMG.

Endereço[(1)]**:** Av. Antônio Carlos, 6.627 - Campus Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP: 31270-901- Brasil – Tel: +55(31)3409-3645 – Fax: +55(31)3409-1882 - email: alinealkmim@gmail.com; [(2)]silvia@desa.ufmg.br.

RESUMO

A sub-bacia da lagoa da Pampulha, inserida na bacia do rio das Velhas, dentro do contexto do rio São Francisco, possui importância relevante no que diz respeito ao abastecimento hídrico e está exposta a diversos impactos derivados de uma densa e diversificada ocupação do solo ao longo desse curso de água. Observa-se grande deterioração da qualidade das águas, que apresentam elevados teores de matéria orgânica e baixas concentrações de oxigênio dissolvido, fato esse justificado pela ocupação desordenada e problemas com saneamento básico. A partir de uma avaliação da qualidade das águas da sub-bacia da lagoa da Pampulha pelo indicador IQA (Índice de Qualidade das Águas) no período de 2006 a 2010, verificou-se o predomínio de ocorrências de IQAs Ruim e Muito Ruim das águas. Analisando o cálculo do indicador IQA através da variação dos valores de *qi* (qualidade do parâmetro *i* obtido através da curva média específica de qualidade), certifica-se que os parâmetros que mais influenciam os IQAs Ruim e Muito Ruim das águas são, principalmente, coliformes termotolerantes e DBO, seguidos por OD, fosfato e turbidez, os quais apresentam valores baixos de *qi*, provocando decréscimo no valor de IQA e indicando a contaminação das águas principalmente por esgoto.

PALAVRAS-CHAVE: IQA, Lagoa da Pampulha, Qualidade das águas.

INTRODUÇÃO

A sub-bacia da lagoa da Pampulha está inserida na bacia do rio das Velhas que, por sua vez, está contida na bacia do rio São Francisco. Essa lagoa possui importância relevante no que diz respeito ao abastecimento hídrico e está exposta a diversos impactos derivados de uma densa e diversificada ocupação do solo ao longo do seu corpo de água. Sua área abrange cerca de 97 km², sendo 45% no município de Belo Horizonte e 55% em Contagem. A região possui 42,7% de sua área urbanizada, onde residem aproximadamente 330.000 habitantes. Os principais tributários da região, que correspondem por 92,8% da vazão afluente à lagoa e também pelo aporte de sólidos e matéria orgânica, são os córregos Ressaca, Sarandi, Água Funda e Bom Jesus, sendo os principais responsáveis pela poluição deste corpo de água (IGAM, 2006). As atividades industriais, embora estejam distribuídas por toda a região, destacam-se na região de Contagem, sobressaindo os ramos industriais metalúrgico, têxtil, alimentício e químico. As águas superficiais da bacia da Pampulha são utilizadas principalmente para o abastecimento doméstico e industrial. Outros usos destacados são o de hotelaria, dessedentação de animais e recreação de contato primário.

A represa da Pampulha é o mais antigo e tradicional dos lagos da região metropolitana de Belo Horizonte. Além de sua beleza paisagística, ela é valorizada pelo famoso conjunto de edificações que representam importantes marcos na arquitetura brasileira. Nas últimas décadas, o fenômeno de assoreamento da lagoa e da eutrofização de suas águas acelerou-se chegando, em 1998, ao quadro de perda de 50% do seu volume de preservação e de 40% da área do espelho d'água (PBH, 2011). Observa-se, ainda, grande deterioração da qualidade de suas águas, que apresentam elevados teores de matéria orgânica e baixas concentrações de

oxigênio dissolvido. Ao longo desses anos, a ocupação desordenada e os escassos investimentos em saneamento básico trouxeram sérias consequências socioambientais para a sub-bacia da Pampulha.

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas no corpo de água, sejam essas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO *et al.*, 2002). Geralmente um indicador de qualidade de água agrupa três categorias amplas de variáveis, sendo essas químicas, físicas e biológicas. Diversas técnicas para a elaboração de um índice de qualidade de água são utilizadas, criando-se índices específicos para os diferentes usos de água. Alguns exemplos de diferentes índices são índice de qualidade de água para abastecimento (MARQUES *et al.*, 2007), para microbacias sob uso agrícola e urbano (TOLEDO *et al.* , 2002), para proteção da vida aquática (SILVA *et al.*, 2006), entre outros.

A técnica de elaboração do Índice de Qualidade das Águas (IQA) mais usualmente empregada é a desenvolvida pela *U. S. National Sanitation Foundation* (NSF), na qual definiu-se um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas. Muitas críticas são efetuadas a este índice, que considera os parâmetros oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais, mas isto não impede a sua larga utilização. Além de ser considerado simplista por alguns (SIMÕES *et al.*, 2008; LERMONTOV *et al.*, 2009), apresenta a limitação de refletir apenas a interferência por esgoto sanitário e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos. A cada parâmetro foi atribuído um peso, de acordo com a sua importância relativa no cálculo de IQA, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo (IGAM, 2011).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é analisar a qualidade das águas superficiais da sub-bacia da lagoa da Pampulha, no período de 2006 a 2010, fundamentada pelo indicador ambiental IQA (Índice de Qualidade das Águas) da *U. S. National Sanitation Foundation* e os parâmetros ambientais a ele associados. O IQA, apesar de apresentar falhas, fornece um panorama importante, que facilita a interpretação e visualização dos resultados.

METODOLOGIA

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) realiza o monitoramento das águas da sub-bacia da Pampulha, na região metropolitana de Belo Horizonte e Contagem, em coletas trimestrais, englobando um total de vinte e quatro (24) pontos de monitoramento no ano de 2010 (Figura 1).

Figura 1: Mapa com a localização espacial dos pontos de monitoramento em estudo.

Uma avaliação preliminar da qualidade das águas da sub-bacia da Pampulha foi efetuada, considerando a série histórica de valores de IQA, no período de 2006 a 2010. Os valores dos IQAs de cada estação de monitoramento foram comparados utilizando-se testes estatísticos não paramétricos de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5%.

As metodologias para o cálculo do IQA consideram duas formulações, uma aditiva e outra multiplicativa. Nesse trabalho adota-se o IQA multiplicativo, por ser o mais difundido no Brasil, sendo a formulação utilizada pelo IGAM e CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) em seus cálculos. O seu cálculo é dado pela equação (1) mostrada abaixo:

$$IQA = \prod_{i=1}^{9} q_i^{w_i} \qquad \text{equação (1)}$$

Sendo:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;
qi = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;
wi = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Em seguida, os dados quantitativos dos nove parâmetros que são utilizados para cálculo do IQA foram analisados e comparados entre si para identificação do maior responsável pelo impacto observado na região de estudo. Portanto, para comparação dos valores de *qi*, também foram aplicados testes estatísticos de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5%. Além disto, todos os parâmetros foram avaliados quanto ao seu atendimento aos padrões previstos na legislação estadual, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008. A região é enquadrada, segundo os padrões de qualidade, como Classe 2, conforme Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 20, datada de 24 de junho de 1997.

RESULTADOS

Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Na Figura 2 observa-se a evolução temporal dos valores de IQA na sub-bacia da lagoa da Pampulha, no período de 2006 a 2010.

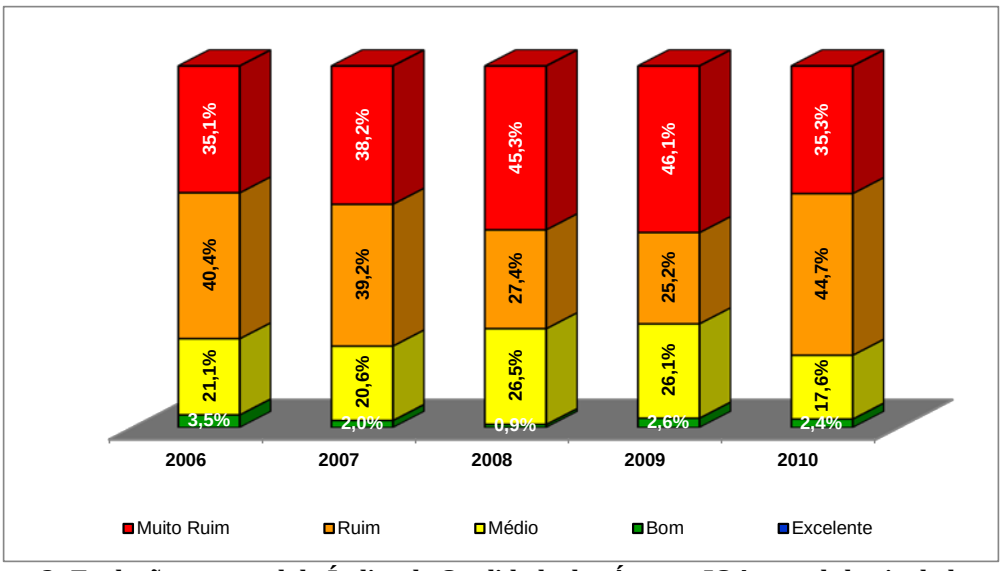

Figura 2: Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas - IQA na sub-bacia da lagoa da Pampulha.

Pode-se verificar que houve predomínio das ocorrências de IQAs Ruim e Muito Ruim no período estudado. Os piores resultados foram constatados nos anos de 2008 e 2009 com a ocorrência de 45,3% e 46,1%, respectivamente, de IQA Muito Ruim. Observa-se que não houve registro de IQA Excelente ao longo do período analisado. No geral, percebe-se que não há uma grande variação nos valores de IQA ao longo do tempo estudado.

Na Figura 3 são apresentados os valores de IQA durante o período analisado, considerando individualmente as estações de monitoramento.

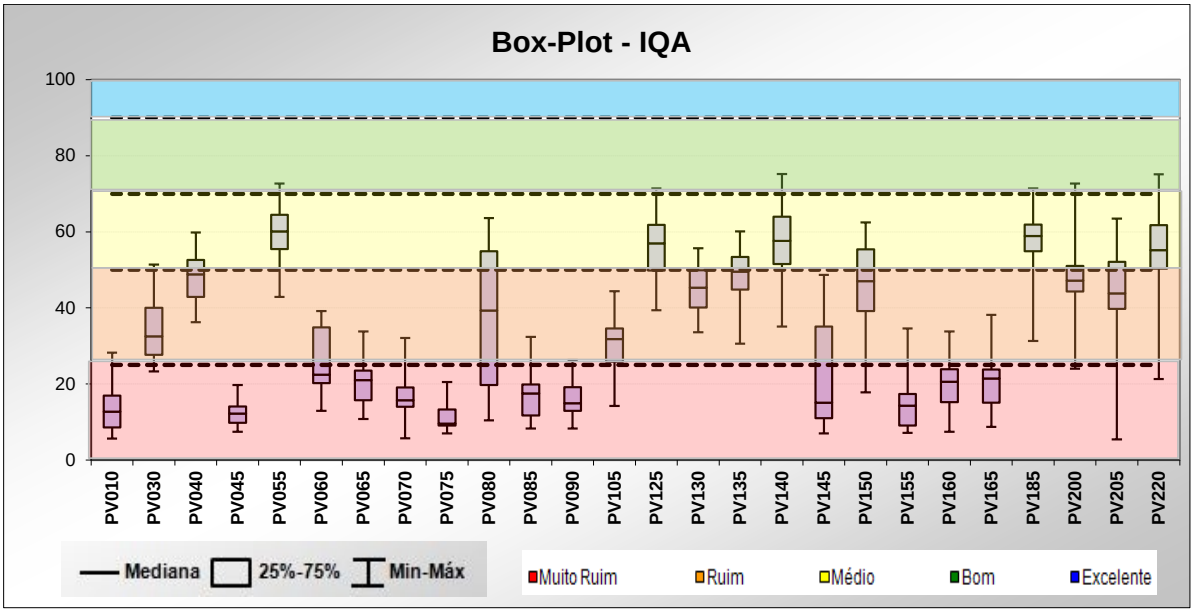

Figura 3: Box-plot dos valores de IQA nos corpos de água monitorados na sub-bacia da lagoa da Pampulha no período 2006 a 2010.

Verifica-se que 12 estações de monitoramento apresentaram medianas dentro do intervalo de IQA Muito Ruim (PV010, PV045, PV060, PV065, PV070, PV075, PV085, PV090, PV145, PV155, PV160 e PV165). As estações de monitoramento que apresentaram valores de medianas significativamente inferiores às outras foram PV045 e PV075 (localizadas antes da confluência com o córrego Sarandi). A melhor situação é verificada na estação monitorada no córrego Tapera, antes da confluência com o córrego Cabral, com valor de mediana de IQA de 60,1 (PV055).

Comparação dos valores de *qi*

Para a avaliação dos parâmetros que mais influenciaram a ocorrência de IQA Muito Ruim nas estações monitoradas, foram calculados os valores de *qi* para cada parâmetro e para cada estação de monitoramento individualmente. Em seguida foram aplicados testes estatísticos de hipóteses de Kruskal-Wallis para verificação de diferenças significativas entre os valores de *qi*.

Pelos testes estatísticos aplicados, verificou-se que os valores de *qi* que apresentaram diferenças significativas maiores entre si nas estações de monitoramento correspondem aos parâmetros nitrato e DBO. A Figura 4 apresenta os resultados de *qi* de cada parâmetro do IQA nas estações monitoradas que apresentaram medianas dentro do intervalo de IQA Muito Ruim.

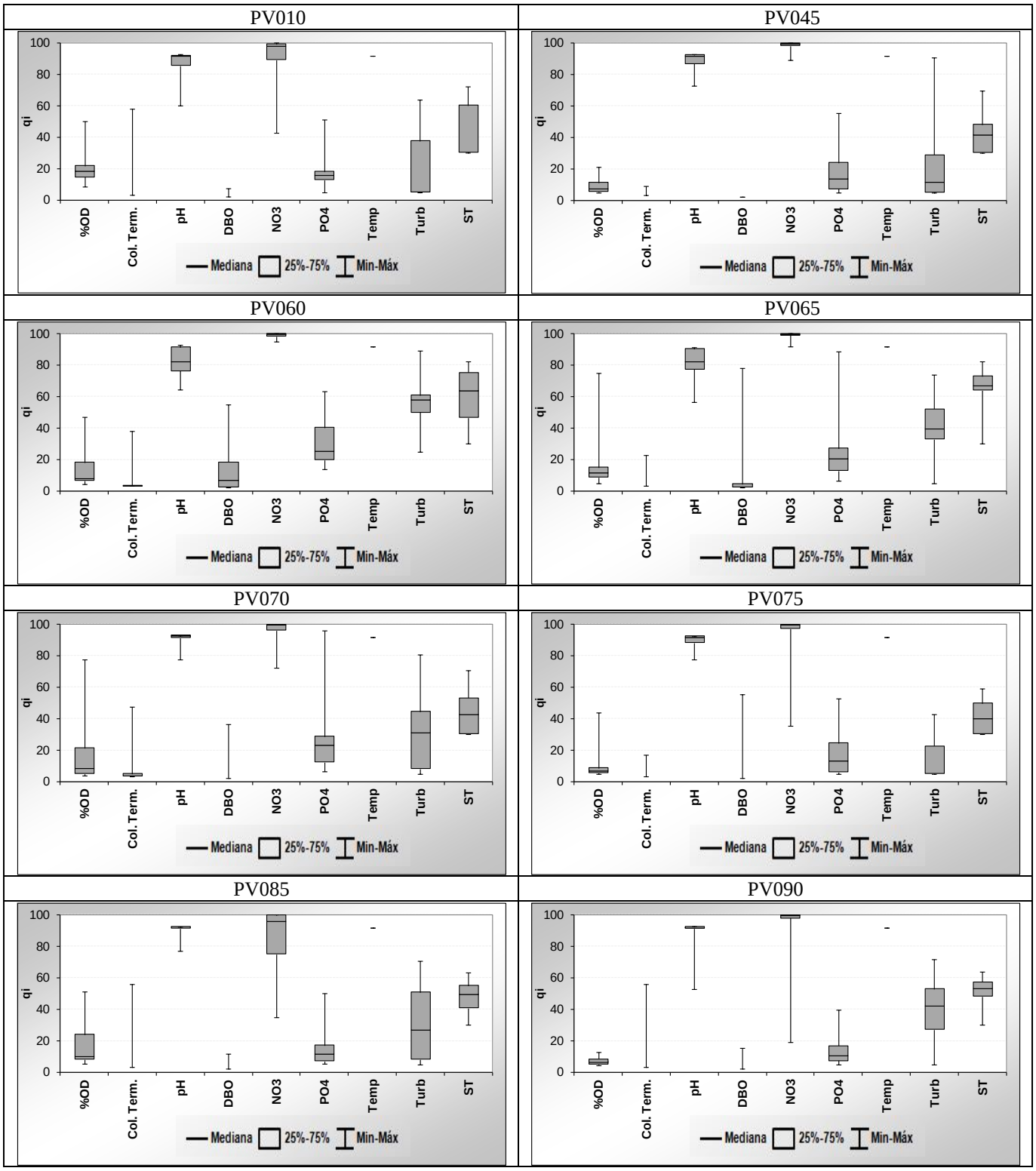

Figura 4: Box plot dos valores de *qi* para cada parâmetro do IQA nas estações com mediana na faixa de Muito Ruim.

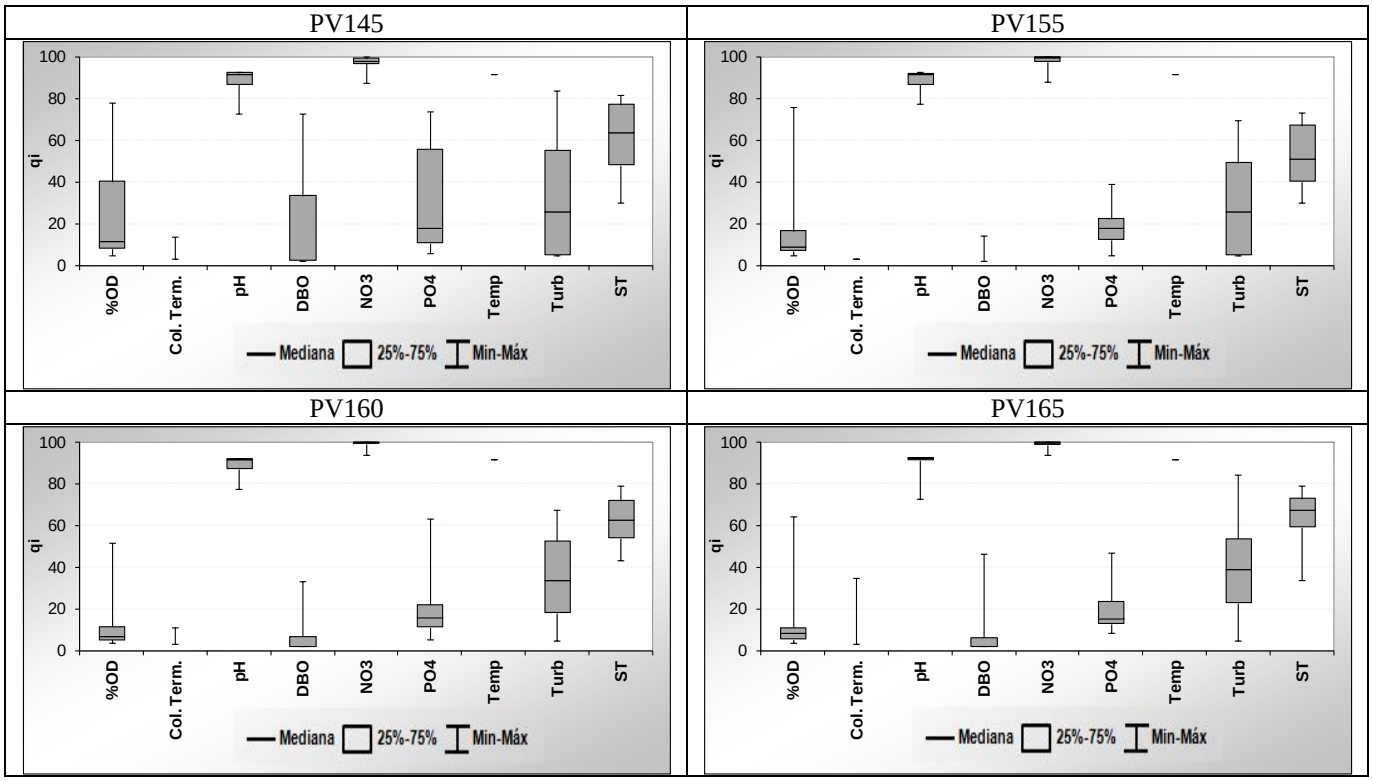

Figura 4: Box plot dos valores de *qi* para cada parâmetro do IQA nas estações com mediana na faixa de Muito Ruim (Continuação).

Verifica-se que os parâmetros que mais influenciaram nos resultados de IQA Muito Ruim nas doze estações de monitoramento foram, principalmente, coliformes termotolerantes e DBO, seguidos por OD, fosfato e turbidez, com valores de *qi* muito baixos, o que provoca o decréscimo no valor do IQA. Esse fato indica a contaminação dos corpos de água principalmente por esgoto.

Analisando todas as estações de monitoramento quanto aos valores de *qi*, observa-se que quase não há variabilidade dos parâmetros coliformes termotolerantes e DBO em nenhuma delas, que apresentam sempre valores de *qi* muito baixos (Figura 5). O parâmetro em que se observa maior variabilidade dos dados é o de turbidez. Percebe-se que não há variabilidade dos valores de *qi* para o parâmetro temperatura, sendo esse valor igual a 92 em todas as estações analisadas.

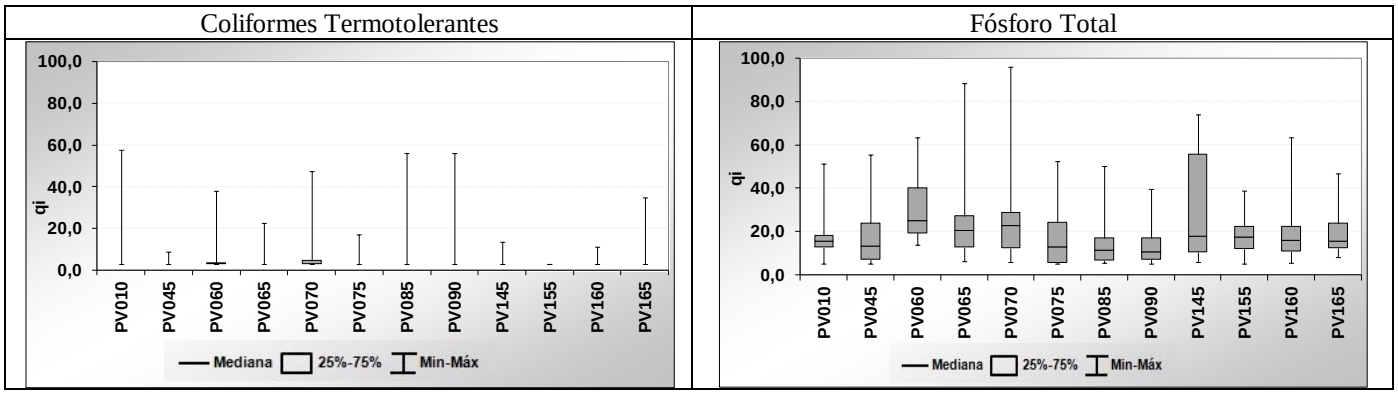

Figura 5: Box plot dos valores de *qi* para cada parâmetro nas estações com mediana na faixa de IQA Muito Ruim.

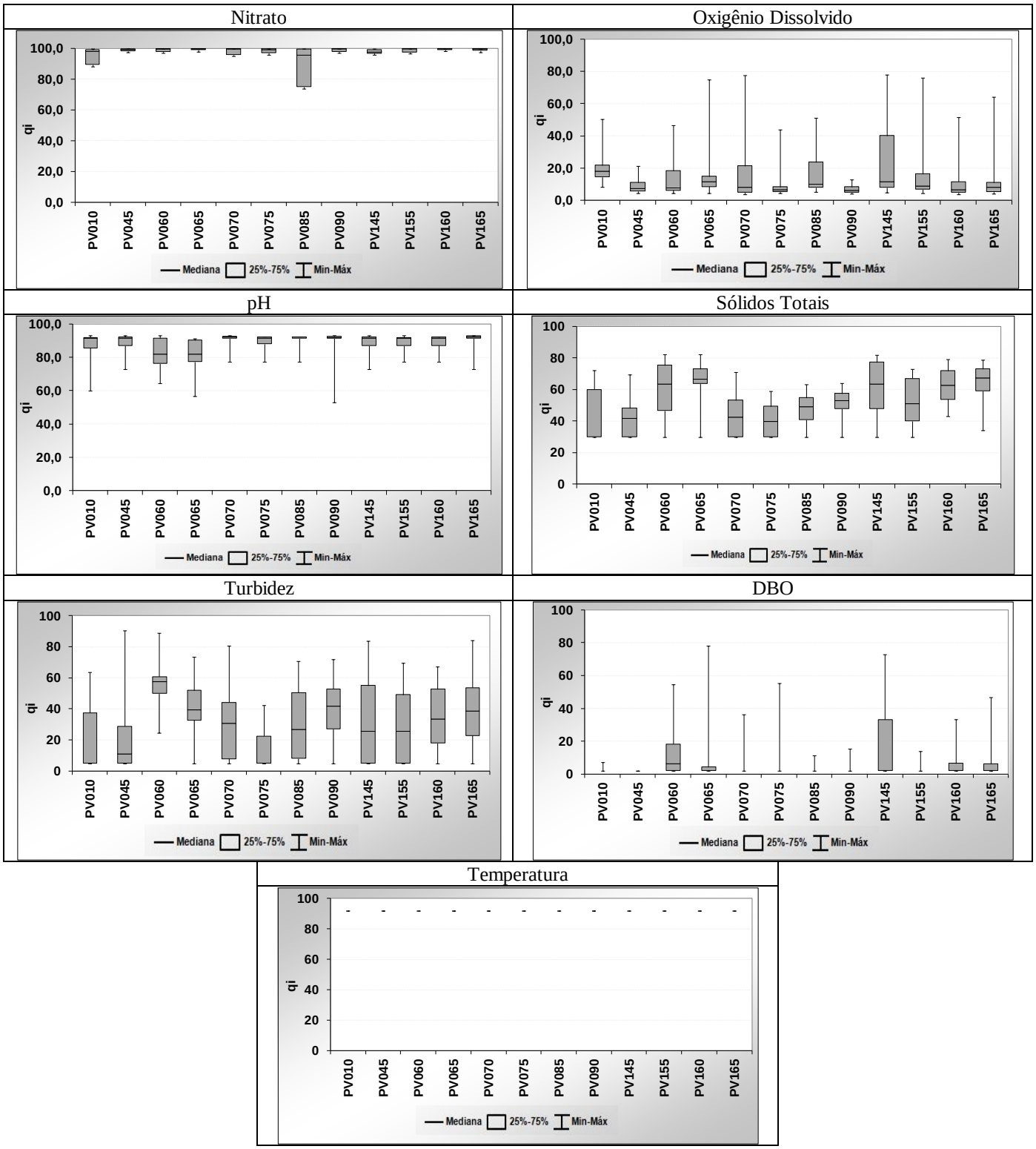

Figura 5: Box plot dos valores de *qi* para cada parâmetro nas estações com mediana na faixa de IQA Muito Ruim (continuação).

CONCLUSÕES

A avaliação da qualidade das águas da sub-bacia da lagoa da Pampulha através do indicador IQA (Índice de Qualidade das Águas) no período dos anos de 2006 a 2010 mostra predomínio de IQAs Ruim e Muito Ruim das águas. Esse fato demonstra uma condição de grande degradação dos corpos de água.

Através da análise do cálculo do IQA, verificado pelas variações dos valores de *qi* (qualidade do parâmetro *i* obtido através da curva média específica de qualidade), verifica-se que os parâmetros que tem maior influência sobre o resultado de IQAs Ruim e Muito Ruim são coliformes termotolerantes e DBO, seguidos por OD, fosfato e turbidez. Essa constatação indica a contaminação das águas principalmente por esgoto.

Esses resultados supracitados indicam que as águas da sub-bacia da lagoa da Pampulha, na grande maioria das estações avaliadas, apresentam condições sanitárias ruins, o que reflete o grande impacto do lançamento de esgoto doméstico sem tratamento nos tributários da sub-bacia da lagoa da Pampulha.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) por terem disponibilizados os dados e viabilizado essa pesquisa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelo apoio permanente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. *Indicadores da Qualidade da Água*. Projeto Águas de Minas. Disponível em <http://aguas.igam.mg.gov.br> . Acesso em 22/10/2011.
2. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. *Relatório de Implantação da rede dirigida de monitoramento das Águas Superficiais da Sub-bacia da Lagoa da Pampulha na Região Metropolitana de Contagem e Belo Horizonte.* Belo Horizonte, 2006.
3. LERMONTOV, A.; YOKOYAMA, L.; LERMONTOV, M.; MACHADO, M. A. S. River Quality Analisys using Fuzzy Water Quality Index: Ribeira do Iguape river watershed, Brazil. *Ecological Indicators*, 9, 1188-1197, 2009.
4. MARQUES, M.N.; DAUDE, L.F.; SOUZA, R.M.G.L., CONTRIM, M.E.; PIRES, M.A.F. Avaliação de um índice dinâmico de qualidade de água para abastecimento. Um estudo de caso. *Exacta*, 5. (1), pp. 5-8, 2007.
5. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE – PBH. *Bacia da Pampulha: Em busca da recuperação ambiental*. Disponível em <http://portalpbh.pbh.gov.br>. Acesso em 20/10/2011.
6. SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia – SP. *Quim. Nova*, Vol. 29, No. 4, 689-694, 2006.
7. SIMÕES, F. S.; MOREIRA, A. B.; BISINOTI, M. C.; GIMENEZ, S. M. N.; YABE, M. J. F. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *Ecological Indicators*, 8, 476-484, 2008.
8. TOLEDO, L. G., NICOLELLA, G. Índice de Qualidade de Água em Microbacia Sob Uso Agrícola e Urbano. *Scientia Agrícola*, v. 59, n. 1, p. 181-186, 2002.