



CONDIÇÕES NATURAIS DE PH EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUA INTERFERÊNCIA SOBRE O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA): ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIBEIRÃO DE CARRANCAS-MG

Frederico Wagner de Azevedo Lopes

Doutorando em Geografia e Análise Ambiental – IGC/UFMG; fwalopes@gmail.com - Pesquisador da Fundação João Pinheiro - Governo de Minas Gerais.

Antônio Pereira Magalhães Jr

Professor Adjunto do Departamento de Geografia do IGC/UFMG, magalhaesufmg@yahoo.com.br – Instituto de Geociências (IGC), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Av. Antônio Carlos, nº 6.627, CEP: 31270-901. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO

Os índices de qualidade da água são importantes ferramentas para transmitir informações sobre o grau de poluição de corpos d'água, além de permitir comparações com outras áreas. No entanto, a influência de condições naturais das bacias hidrográficas sobre determinado parâmetro integrante do índice, especialmente os valores de pH, pode gerar resultados incompatíveis com o estado de qualidade de determinado corpo d'água. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos das condições naturais de pH sobre o cálculo do índice de qualidade da água (IQA-IGAM) na bacia do Ribeirão de Carrancas, através da comparação entre o monitoramento da qualidade das águas realizado na bacia, e a simulação de dados secundários. Os resultados obtidos demonstram a interferência negativa dos valores de pH possivelmente relacionados às condições naturais da bacia sobre o resultado do índice. Entretanto, tais resultados demonstram a degradação da qualidade das águas, especialmente em função do lançamento de efluentes domésticos, e da atividade pecuária.

PALAVRAS-CHAVE: pH; índice de qualidade das águas; Ribeirão de Carrancas.

ABSTRACT



Water quality index are important tools to transmit information on the pollution degree from water bodies with easy understanding for the population, allowing comparisons between other areas. However, the influence of watersheds natural conditions of certain parameter, especially the pH values, can provide incompatible results with the real water quality conditions of certain water body. This work aims to evaluate the natural conditions of pH effects over the measure of the water quality index (WQI) in Carrancas River watershed, by the comparison between the water quality monitoring realized in the watershed, and a simulation of secondary data. The results showed a negative influence of pH values possibly associated to the natural characteristics of the area over index results. By other way, the results showed a degradation of the water quality, main caused by effluents release coming from the urban areas, and the cattle ranching activities

KEY WORDS: pH; water quality index -WQI; Carrancas River.

INTRODUÇÃO

A utilização de índices de qualidade da água (IQA) consolidou-se em nível internacional nos últimos 30 anos, devido à sua aplicabilidade em transmitir informações sobre o grau de poluição de mananciais utilizados pelos seres humanos (Benetti e Bidone, 2001). A informação transmitida por meio de índices de qualidade de água deve ser utilizada na avaliação média, de longo prazo, das condições de qualidade em determinados cursos d'água, no intuito de subsidiar tomadas de decisão em fase de planejamento. Para a identificação de problemas específicos de qualidade de um determinado corpo hídrico e estudos mais detalhados, torna-se necessária a avaliação individual dos parâmetros de interesse (Porto, 1991).

Apesar do índice de qualidade da água adotado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM apresentar a vantagem de sumarizar, em um único valor, as nove variáveis utilizadas em seu cálculo, favorecendo a interpretação, compreensão e divulgação dos resultados, há uma perda na interpretação das variáveis individuais. Além disso, os efeitos originários de outras fontes de poluentes não são representados, tendo em vista que este índice foi desenvolvido para avaliar o impacto dos esgotos domésticos nas águas de abastecimento público (IGAM, 2004).



Outra limitação da utilização dos IQA consiste na influência que um parâmetro de qualidade da água integrante do índice pode gerar na classificação final, mesmo quando o mesmo apresenta condições compatíveis com as especificidades de determinada área estudada.

No caso do pH, esta influência pode ser significativa, pois apresenta o terceiro peso mais elevado no cálculo do IQA, além de sua grande variabilidade natural, decorrente da variação de dissolução de matéria orgânica e oscilações de temperatura e radiação solar.

O pH é a medida do balanço ácido de uma solução, definida como o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio. A escala de pH varia de 0 a 14, sendo que os valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto os valores de 7 a 14 indicam aumento da alcalinidade (Chapman e Kimstach, 1996). Os valores de pH estão relacionados a fatores naturais, como dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, e a fatores antropogênicos pelo despejo de esgotos domésticos e industriais, devido à oxidação da matéria orgânica e à lavagem ácida de tanques, respectivamente (Sperling, 2005).

Este trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos das condições naturais de pH sobre o cálculo do índice de qualidade da água (IQA-IGAM) na bacia do Ribeirão de Carrancas-MG, através da comparação entre o monitoramento da qualidade das águas realizado na bacia, com a simulação de dados obtidos em monitoramento realizado pelo órgão estadual de recursos hídricos.

Índice de qualidade de água (IQA) - consiste, basicamente, em uma média ponderada, na qual o resultado de múltiplos testes é representado em um único valor. Este índice se tornou uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade das águas em diversos pontos de rios e lagos ao longo do tempo, permitindo, ainda, a comparação com os corpos d'água de outras regiões e países (NSF, 2006).

No Brasil, este índice é utilizado pela CETESB desde 1975, tendo sido adaptado do original adotado pela *National Sanitation Foundation* (NSF). Em Minas Gerais, o IQA utilizado para a avaliação da qualidade das águas nos corpos d'água pela Fundação Estadual do meio Ambiente (FEAM), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), em parceria com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), considera, em seu cálculo, os parâmetros adotados pela NSF, a saber: oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura da água, turbidez, fósforo total, nitrato e sólidos totais.



Os pesos relativos a cada parâmetro de qualidade de água adotado pelo IQA estão listados na (Tab.1).

Tabela 1: Pesos atribuídos aos parâmetros componentes do IQA.

| Parâmetro | Peso - w_i |
|----------------------------------------------------------|--------------|
| Oxigênio dissolvido- (OD % sat) | 0,17 |
| Coliformes fecais (NMP/100ml) | 0,15 |
| pH | 0,12 |
| Demanda bioquímica de oxigênio – DBO ₅ (mg/L) | 0,10 |
| Nitratos (mg/L NO ₃) | 0,10 |
| Fosfatos (mg/L PO ₄) | 0,10 |
| Variação na temperatura (°C) | 0,10 |
| Turbidez (UNT) | 0,08 |
| Resíduos totais (mg/L) | 0,08 |

Fonte: IGAM (2004).

A ponderação destes nove parâmetros resulta em um índice variando entre 0 e 100, que corresponde aos níveis de qualidade, apresentados na (Tab.2).

Tabela 2: Níveis de qualidade para os valores de IQA.

| Nível de qualidade | Faixa |
|--------------------|---------------------|
| Excelente | $90 < IQA \leq 100$ |
| Bom | $70 < IQA \leq 90$ |
| Médio | $50 < IQA \leq 70$ |



| | |
|------------|----------------------|
| Ruim | $25 < IQA \leq 50$ |
| Muito Ruim | $0 \leq IQA \leq 25$ |

Fonte: IGAM (2004).

O cálculo do IQA pode ser realizado de duas formas, uma aditiva e outra multiplicativa, sendo esta última a metodologia adotada no Projeto Águas de Minas, que avalia a qualidade das águas em Minas Gerais. O valor, obtido por meio do cálculo do IQA, reflete a contaminação por esgotos sanitários, outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos (IGAM, 2004).

A equação utilizada para o cálculo do IQA multiplicativo é apresentada a seguir:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 qi^{wi}$$

Sendo:

IQA = índice de qualidade de água, variando de 0 a 100;

qi = qualidade do parâmetro i , obtido por meio da curva média específica de qualidade;

wi = peso atribuído ao parâmetro i , em função de sua importância na qualidade da água, entre 0 e 1.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo- A bacia do Ribeirão de Carrancas situa-se no município de Carrancas, macrorregião sul de Minas Gerais, apresentando uma aproximada de 53 km² (Fig.1). O sistema fluvial integra-se à bacia do rio Capivari, afluente do Rio Grande. O Município localiza-se a cerca de 290 km de Belo Horizonte, ocupando uma área de 727 km² e sua sede situa-se entre as coordenadas 21° 28' 24" de latitude sul e 44° 39' 04" de longitude oeste, a uma altitude de 1.060 metros (IBGE, 2006).

A temperatura média anual é de 19,2°C, com média máxima de 28,5°C e mínima de 14,1°C. A precipitação média anual é de 1.470mm (Minas Gerais, 2006).

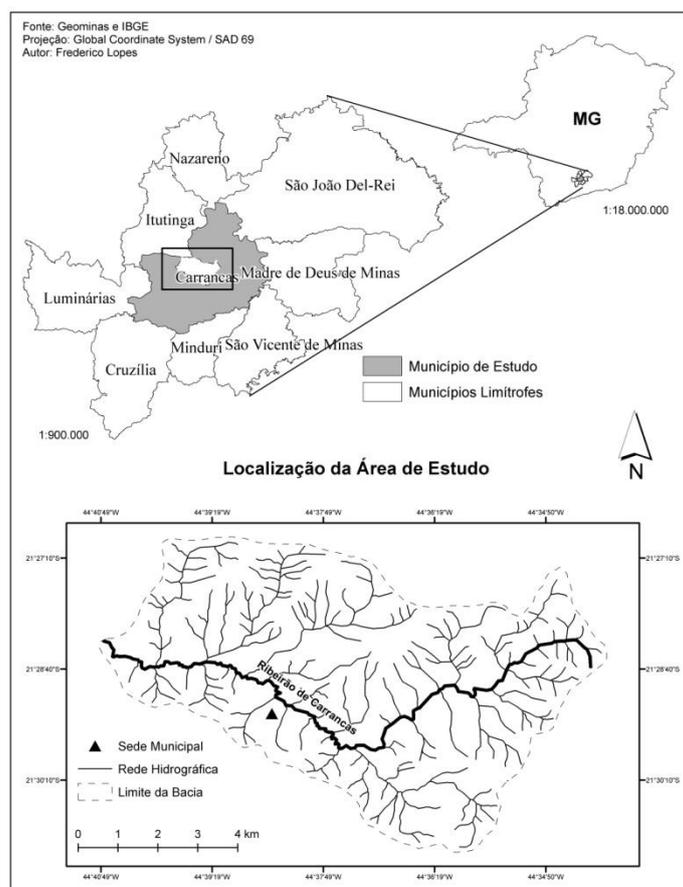


Figura 1: Localização da área de estudo

A vegetação local corresponde à faixa de transição entre Cerrado e Mata Atlântica, predominando os campos, herbáceos contínuos. Os solos predominantes são os Cambissolos, ocorrendo ainda Latossolos variação UNA, Latossolos Vermelho-Escuros e Solos Litólicos (Giarola *et al.*, 1997).

A geologia local é caracterizada pela presença de gnaisses da Megassequência Andrelândia, e intercalações de filitos, quartzitos xistos, anfibolitos, rochas ultramáficas e metacalcários (COMIG, 2002). O relevo apresenta colinas e algumas planícies aluvionares abertas, com altitudes entre 1.000 e 1.100m.

O município de Carrancas tem uma população de 3.485 habitantes (dados de 2005), a maior parte concentrada na área urbana (IBGE, 2006). A bacia está inserida em uma das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, por ser considerada de importância biológica “Muito Alta” (Drummond *et al.*, 2005). No entanto, a bacia do Ribeirão de Carrancas, município de



Carrancas, MG, tem sofrido os efeitos negativos da poluição advinda do crescimento urbano e do desenvolvimento de atividades agropecuárias.

Procedimentos metodológicos - A avaliação da qualidade das águas foi realizada por meio de um programa de monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em três pontos de amostragem de água no Ribeirão de Carrancas (Fig. 2). O primeiro, localizado a montante da área urbana municipal, visou captar a interferência da poluição difusa da atividade agropecuária e verificar as condições de qualidade antes do lançamento do esgoto urbano. O segundo ponto localiza-se a jusante da área urbana, após o lançamento de esgotos de Carrancas. Já o terceiro ponto corresponde à Cachoeira da Fumaça, exutório da bacia, e visou averiguar possíveis efeitos dilutórios.

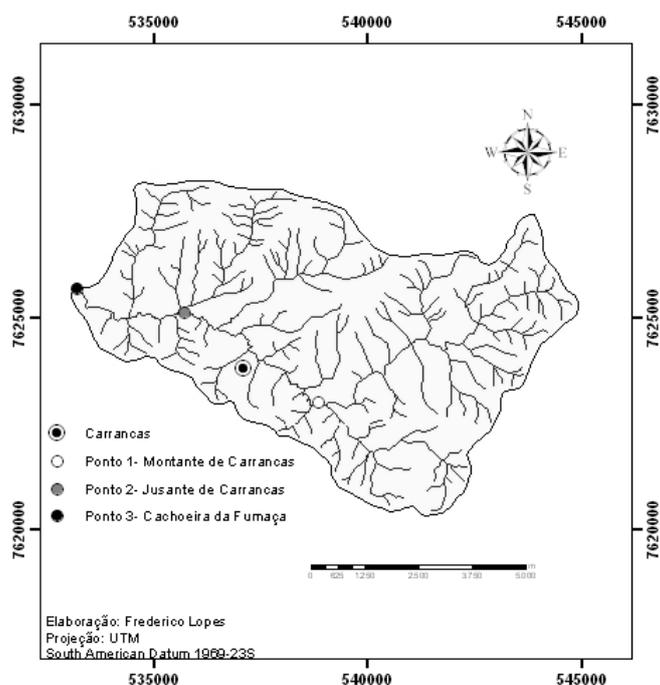


Figura 2: Pontos de amostragem na bacia

Foram monitorados os nove parâmetros do índice de qualidade de águas (IQA) desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), utilizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), na avaliação da qualidade das águas no estado de Minas Gerais. O cálculo do índice de qualidade das águas (IQA) foi realizado a partir da utilização das equações integrantes ao Sistema de Cálculo da qualidade das águas (Minas Gerais, 2005).



O monitoramento foi realizado com frequência mensal, entre abril e dezembro de 2006, sendo adotada a amostragem simples, na margem, a 15 cm de profundidade, em área de água corrente.

As análises OD, DBO₅, fósforo total, nitrato, temperatura, pH foram realizadas em campo, por meio de um kit de análise colorimétrica. As análises de coliformes termotolerantes e STD foram realizadas no Laboratório de Análises de Água do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), atendendo respectivamente, às especificações 9221E e 2540C do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater- APHA/AWWA/WEF*, de 1998. Em relação às análises de turbidez, estas foram realizadas no Laboratório de Análise de Água da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), no município de Lavras, Minas Gerais.

Para avaliar a interferência dos valores de pH observados, foram realizadas simulações no cálculo do IQA, através da substituição dos valores de pH obtidos em campo, por valores obtidos nas campanhas trimestrais do Projeto Águas de Minas do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, relativos às estações climáticas do ano de 2006.

Tais dados de pH adotados foram coletados no ponto de coleta mais próximo da bacia estudada, situado no Rio Capivari, a jusante da confluência com o Ribeirão de Carrancas, sendo que os valores de pH obtidos no ponto BG009 do Projeto Águas de Minas em 2006, nas campanhas trimestrais realizadas em 08/03/06, 24/05/06, 23/08/06 e 08/12/06, foram respectivamente 6,7; 7,5; 6,7; e 7,1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No monitoramento da bacia do Ribeirão de Carrancas, os valores de pH (Fig.3) variaram entre 4,5 e 6,5, ficando, quase sempre, fora da faixa de 6 a 9 exigida para a classe 2, conforme a resolução CONAMA 357 de 2005.

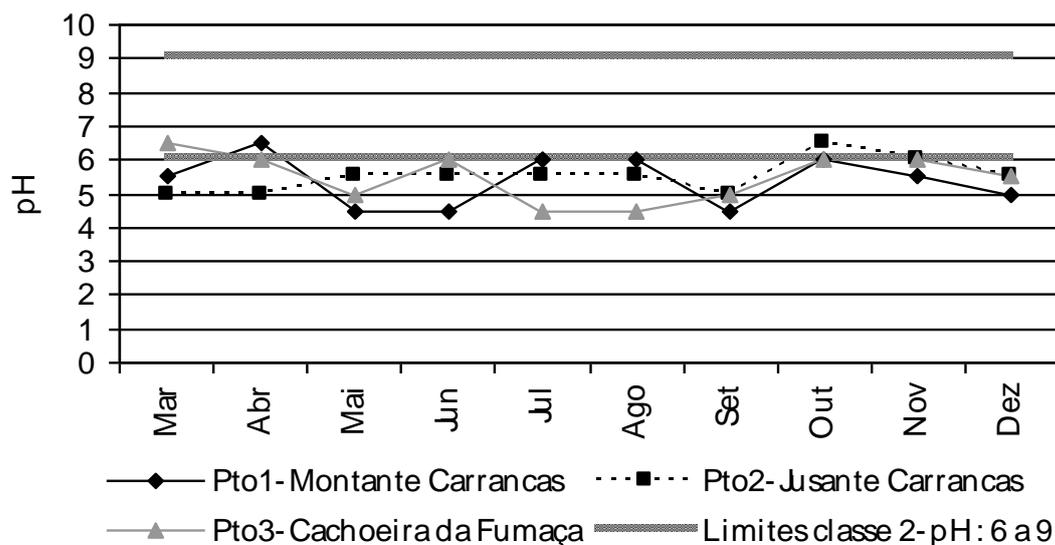


Figura 3: Variação do pH durante o período de monitoramento no Ribeirão de Carrancas

A acidez verificada nas amostragens pode ser decorrente da presença de ácidos fúlvicos e húmicos resultantes da degradação da matéria orgânica presente nas águas. No entanto, a elevação da carga orgânica a partir do lançamento de esgotos domésticos a partir do Ponto 2 não fez com que este ponto obtivesse os níveis mais baixos de pH. Segundo Hermes e Silva (2004), o pH apresenta mudanças ao longo do dia, por conta dos processos bioquímicos ocorrentes nas águas, que podem ser influenciados pela incidência da radiação solar.

Bueno *et al* (2005) e Souza (2006) verificaram em áreas de vegetação nativa, respectivamente, valores de pH que variaram entre 5,7-6,3 e 4,8-5,3. Estes valores foram relacionados pelos autores com a presença de matéria orgânica, a qual proporcionou condições mais ácidas ao ambiente aquático. Outro fator que pode interferir nos valores de pH dos corpos d'água, de acordo com Borges *et al* (2003), é o tipo de solo (por) onde a água percorre.

Mesmo em uma bacia hidrográfica preservada, com suas condições naturais em equilíbrio, a qualidade das águas varia de acordo com o clima e as características físicas e biológicas dos ecossistemas correspondentes, devido à contínua e constante interação entre a litosfera, a biosfera e a atmosfera (Salati *et al.*, 2002).

Tais processos ocorrem naturalmente, dependendo de fatores ambientais, como clima, vegetação e litologia. O clima e a vegetação interferem na qualidade da água a partir da precipitação, que proporciona o escoamento superficial, responsável pelo carreamento do material particulado



gerado a partir do impacto da gota de chuva no solo e os íons oriundos da dissolução das rochas, além de carbono orgânico e compostos nitrogenados para os cursos d'água da bacia. O crescimento, a morte e a decomposição de plantas aquáticas também interferem na qualidade das águas, devido a alterações nos teores de nitrogênio, fósforo, pH, oxigênio dissolvido, além de outros elementos sensíveis de condições de redução e oxidação da matéria orgânica. Além destes, outro fator ambiental que influencia na qualidade da água é a litologia que, ao entrar em contato com as águas, altera suas características (Meybeck *et al.*, 1996).

Os valores do IQA, obtidos a partir do programa de monitoramento realizado em 2006, no Ribeirão de Carrancas (Fig.4), variaram entre 37,46 e 63,65, enquadrando-se, respectivamente, nas faixas de qualidade ruim e médio.

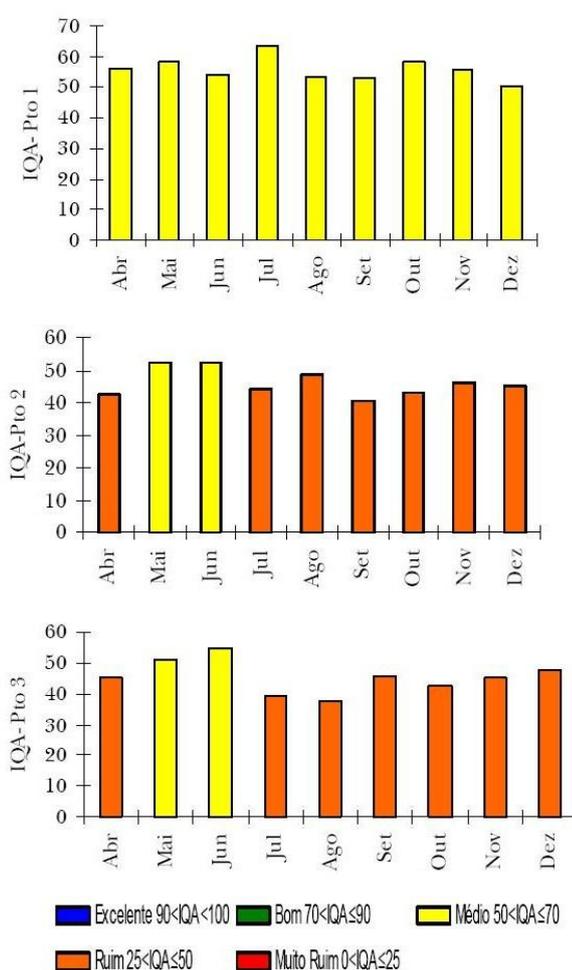


Figura 4: Resultados do IQA para os pontos de monitorados no Ribeirão Carrancas



Apesar do IQA no Ponto 1 ter sido melhor do que nos demais pontos, sua classificação, de acordo com as faixas de qualidade, corresponde ao valor médio, variando de 50,15 a 63,65. Neste ponto de amostragem, os principais fatores responsáveis pela redução nos valores do IQA ao longo do ano correspondem aos altos níveis de coliformes termotolerantes e os baixos valores de pH. Tais valores de pH encontrados estão associados, possivelmente, à maior concentração de matéria orgânica vegetal oriunda da presença de vegetação ciliar e fragmentos florestais a montante do ponto amostral. Este fato deve contribuir para um maior aporte de material vegetal para o curso d'água.

Segundo Lopes *et al.* (2008), as formações arbustivas que ocupam 22,32% da área total estudada localizam-se, especialmente, nas vertentes mais íngremes da bacia e nas proximidades dos cursos d'água. A formação arbórea, por sua vez, corresponde a 12,86% da área e distribui-se em fragmentos situados ao longo dos cursos d'água, concentrando-se nas cabeceiras de drenagem.

Já para o Ponto 2, os valores de IQA (40,31 a 52,2) são mais afetados pelo lançamento de efluentes domésticos oriundos da área urbana, que proporcionam a redução dos valores de IQA no Ponto 2. Este fato ocorre devido, principalmente, aos valores de coliformes termotolerantes e de oxigênio dissolvido, resultado do maior peso atribuído a tais parâmetros para o cálculo do IQA, além da maior concentração de fósforo total e nitrato neste ponto, em relação ao Ponto 1. Dessa forma, estes parâmetros contribuíram, significativamente, para que a qualidade das águas no Ponto 2 se enquadrasse predominantemente na classe "ruim".

Assim como verificado no Ponto 2, a qualidade das águas no Ponto 3, localizado na Cachoeira da Fumaça, apresenta valores de IQA que variam de 37,43 a 54,92, correspondentes à classe ruim, na maior parte do período analisado, com exceção dos meses de maio e junho, cujo IQA foi médio.

Neste ponto de amostragem, observaram-se melhores valores de IQA em relação ao Ponto 2, situado a montante, nos meses de abril, junho, setembro e dezembro. Esta melhora apontada pelo IQA pode estar associada às características morfométricas favoráveis aos efeitos de autodepuração, como a presença de corredeiras e quedas d'água, assim como o efeito diluitório decorrente da maior vazão neste ponto, em relação aos demais pontos a montante. Os efeitos diluitórios podem ser atribuídos à melhoria do IQA, especialmente, nos períodos de maior vazão, como no mês de dezembro, quando se verificaram os menores valores de nitrato e fosfato em relação aos demais períodos, neste ponto.

Considerando-se os baixos valores de pH verificados na bacia do Ribeirão de Carrancas, provavelmente, decorrentes de condições naturais de matéria orgânica nas águas, a influência deste



parâmetro sobre os valores do IQA, demonstram que, nestes casos, o uso de índices de qualidade da água como única forma de avaliação das condições de qualidade das águas em bacias hidrográficas pode não refletir a realidade local.

Desta forma, no intuito de se avaliar tal peso no cálculo do IQA, os valores de pH obtidos para a bacia do Ribeirão de Carrancas foram substituídos por valores obtidos na estação de monitoramento mais próxima do IGAM, sendo a classificação do IQA obtida na simulação apresentada na (Fig. 5).

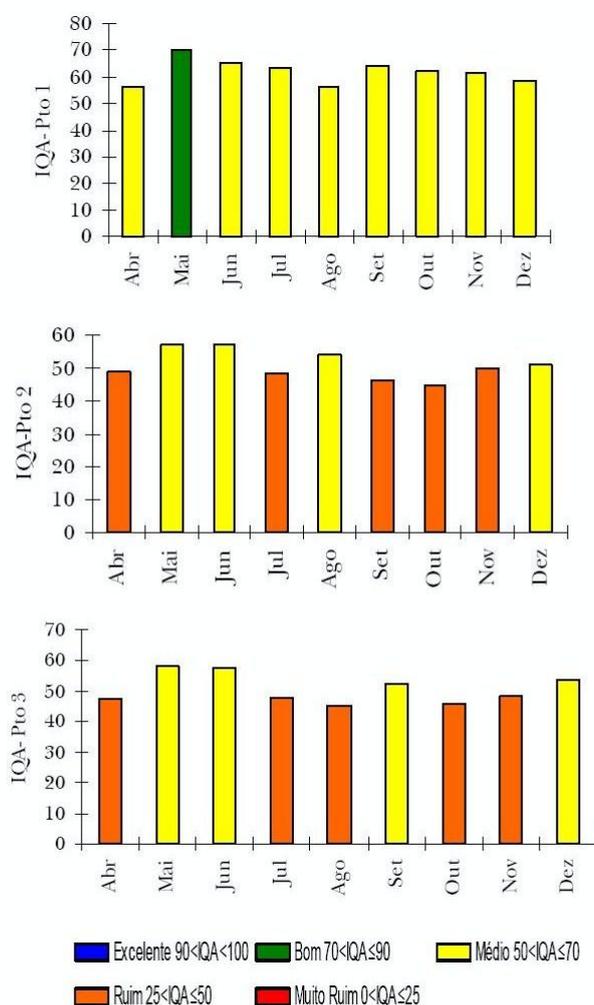


Figura 5: Resultados do IQA adotando-se os valores simulados de pH, e vazão nos pontos de monitorados no Ribeirão de Carrancas.



Mesmo com a melhoria geral nos resultados do IQA, a partir da utilização de dados de pH simulados, as alterações da classificação do índice observadas para o ponto 1, apenas a classificação do índice para o mês de maio foi alterada, passando a compor a classe denominada “bom”.

Para o ponto 2, a classificação foi alterada nos meses de agosto e dezembro, passando de “ruim” para “médio”, enquanto que, para o ponto 3, esta mesma alteração foi verificada nos meses de setembro e dezembro.

Desta forma, na bacia do Ribeirão de Carrancas, a influência de condições possivelmente naturais de pH das águas gera uma alteração na classificação final do IQA em alguns casos, devido aos valores ácidos obtidos nas amostragens realizadas, associados ao peso significativo deste parâmetro no cálculo.

Neste contexto, a utilização de índices de qualidade de água deve ser feita de forma criteriosa, servindo como instrumento de divulgação de informações ao público em geral, e planejamento de ações em bacias hidrográficas. No entanto, devido à dificuldade de se avaliar as causas da degradação de determinado corpo d’água, os parâmetros relacionados ao uso pretendido devem ser analisados separadamente.

Os valores de pH são de extrema utilidade na avaliação das interferências humanas na qualidade da água. Em águas com pH mais ácido, aumenta a solubilidade de agroquímicos, além de inibir a atividade bentônica, ao reduzir a decomposição e a ciclagem de nutrientes, processos que podem reduzir organismos vitais para a cadeia alimentar, como a comunidade planctônica e organismos invertebrados. Outro fator de interferência do pH, refere-se à proporção de amônia ionizada que predomina em pH ácido, e a amônia livre, tóxica à ictiofauna e predominante em pH > 9 (Hermes e Silva, 2004).

CONCLUSÃO

1. Apesar da interferência verificada dos baixos valores naturais de pH possivelmente relacionados à decomposição da matéria orgânica presente nas águas, o índice de qualidade de águas (IQA) adotado para o Ribeirão de Carrancas apresentou valores que variaram de médio a ruim, na maior parte do período monitorado, caracterizando, dessa forma, a degradação da qualidade das águas na bacia estudada, especialmente após o lançamento de esgotos sem tratamento prévio da área urbana.



2. No entanto, tal interferência não omite a principal causa da degradação observada na qualidade das águas da bacia, referente ao lançamento de esgotos domésticos da área urbana de Carrancas, além da interferência da atividade agropecuária, que proporcionam elevados valores de coliformes termotolerantes e fósforo total.

3. A investigação das condições naturais de pH na bacia do Ribeirão de Carrancas deve ser objeto de novos estudos que avaliem a qualidade das águas de afluentes e nascentes do referido curso d'água, no intuito de se verificar tais condições de acidez das águas.

4. Portanto, para uma utilização de índices de qualidade da água mais adequada, deve-se considerar as características naturais da bacia hidrográfica na qual se insere o corpo d'água a ser avaliado, no intuito de se detectar possíveis interferências naturais que possam comprometer os resultados do monitoramento, e ainda prejudicar a interpretação, e a adoção de medidas corretivas adequadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela concessão de bolsa, e à COPASA Lavras, e ao Departamento de Ciências Florestais (UFLA).

REFERÊNCIAS

APHA, AWWA, WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19.ed. Washington, 1998.

BENETTI, A.; BIDONE, F. *O meio ambiente e os recursos hídricos*. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p.849-876.

BORGES, M.J.; GALBIATTI, J.A.; FERRAUDO, A.S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgotos em cursos d' água urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. *Rev. Bras. de Recursos Hídricos*, v.8, n.2, p.161-171, 2003.



BROWN, R.M. et al. A water quality index- do we dare?. *Water & Sewage Works*, Chicago, v. 117, n 10, p 339- 343, Oct. 1970.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. *Selection of water quality variables*. In: CHAPMAN, D. (Ed.). *Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. 2.ed. London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. p.74-133.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. *Carta geológica*. Folha SF 23-x-c-i – Lavras, 2002. Escala 1:100.000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução 357* de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2005.

DRUMMOND, G.M. et al. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2.ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222p.

GIAROLA, N.F.B. et al. *Solos da região sob influência da hidrelétrica de Itutinga/Camargos (MG): perspectiva ambiental*. Lavras: CEMIG, 1997. 101p.

HERMES, L.C.; SILVA, A.S. *Avaliação da Qualidade da águas: manual prático*. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. 55p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Cidades@*. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidades/default.php>. Acesso em: 26 out. 2006.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Relatório de monitoramento das águas superficiais da bacia do Rio Grande em 2004*. Belo Horizonte, 2005. 250p.



INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Relatório de monitoramento das águas superficiais da bacia do Rio Grande em 2006*. Belo Horizonte, 2007. 266p.

LOPES, F.W.A; MAGALHAES JR, A.P; PEREIRA, J.A.A. Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão de Carrancas/MG. *Rev.Bras. de Recursos Hídricos*. V.13, n.4, p. 111- 120, out./dez. 2008.

LOPES, V.C.; LIBÂNIO, M. Proposição de um índice de estações de tratamento de água (IQETA). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.10, n.4, p.318-328, out./dez. 2005.

MEYBECK, M. et al. *Water quality*. In: BARTRAM, J.; BALLANCE, R. (Ed.). *Water quality monitoring - a practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*. London: UNEP/WHO, 1996. p.15-36.

MINAS GERAIS. Assembléia Legislativa. Municípios mineiros. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br/index.asp?Grupo=estado&diretorio=munmg&arquivo=municipios&municipio=14600>>. Acesso: 23 jun. 2006.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de. *Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA), estabelecimento das equações do índice de qualidade das águas (IQA)*. Belo Horizonte: SEMAD/UCEMG/PNMAII. 2005. 16p.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION. *Water quality index - WQI*. NSF, 2006. Disponível em: http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp#calculating. Acesso em: 1 ago. 2006.

PORTO, M.F.A. *Estabelecimentos de parâmetros de controle da poluição*. In: PORTO, R.L. (Org.). *Hidrologia ambiental*. São Paulo: Universidade de São Paulo. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. p.375-390.



SALATI, E.; LEMOS, H.M.; SALATI, E. *Água e desenvolvimento sustentável*. In: REBOUÇAS, A.C; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2.ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p.39-63.

SOUZA, R.A.S. *Avaliação das frações de fosfato como indicadores de eutrofização de águas superficiais*. 2006.123p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SPERLING, M. von. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 452p.