

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS NATURAIS E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO CARMO (BHRC), MUNICÍPIOS DE OURO PRETO E MARIANA - MG.

Leonardo Andrade de Souza¹; Frederico Garcia Sobreira²

Resumo - O processo de expansão urbana com alteração constante do uso do solo traz consigo inúmeros problemas relacionados à exposição dos corpos hídricos, com alterações que podem comprometer a qualidade de suas águas. Sob esta ótica, as análises realizadas das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Carmo (BHRC) ganham importância, na medida em que nada foi feito ainda no sentido de avaliar o grau de degradação geoambiental das águas da bacia em decorrência das atividades antrópicas, mas também, às suas próprias características naturais considerando o arcabouço geológico. A abordagem realizada neste trabalho passou necessariamente por caracterizações microbiológicas e físico-químicas, que subsidiaram a determinação da qualidade das águas superficiais da BHRC. Foram utilizados dados de 27 pontos específicos de coleta de amostras englobando um período de “seca” e um período de “chuva”, além da determinação dos teores de metais e metalóides Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V e Zn, por Espectrofotômetro de Emissão Atômica. A determinação do Índice de Qualidade das águas superficiais (IQA) seguiu procedimento sugerido pela *National Sanitation Foundation (NSF)*, adaptada pela CETESB. A distribuição dos pontos de amostragem de água possibilitou além de determinar o IQA para a BHRC, a diferenciação da análise por trechos da bacia, bem como para as bacias interiores.

Abstract - The process of urban expansion with constant land use alteration brings numerous problems related to the exposure of water bodies, with alterations that can compromise the quality of waters. In this context, the analysis of the Ribeirão do Carmo River Basin (BHRC) surface waters gained importance, since nothing has been done up to the present moment in order to evaluate the degree of geoenvironmental degradation of waters of this basin due to the anthropic activities, but also, to its own natural characteristics considering the geological aspect. The approach carried out in this work necessarily included microbiological and physicochemical characterization, which subsidized the determination of the BHRC surface water quality. Data were collected from 27 specific sampling points, including "dry" period and "rainy" periods, as well as determination of the levels of metals and metalloids such as Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V and Zn by Atomic Emission Spectrophotometer. The determination of the Surface Water Quality Index (IQA) followed procedure suggested by the National Sanitation Foundation (NSF), adapted by CETESB. The distribution of the sampling points allowed determining the IQA for the BHRC, the differentiation of the analysis by basin stretches, as well as for interior basins.

Palavras-Chave: IQA, Recursos Hídricos, Monitoramento, Gestão ambiental.

¹ Engenheiro Geólogo, Dr., Zemlya Consultoria e Serviços LTDA, leonardo@zemlya.com.br
² Geólogo, Dr., Universidade Federal de Ouro Preto, sobreira@ufop.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A discussão sobre a gestão do ambiente deve considerar como ponto de partida o processo de adaptação e modificação do meio natural pelo homem, com o objetivo de torná-lo adequado às necessidades e interesses individuais e coletivos. Isto requer certas normas e éticas, uma vez que o que se busca atualmente é o uso sustentável dos recursos naturais.

No Brasil, com a necessidade da estruturação da gestão de recursos hídricos, foi implementada a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que adequou o arcabouço institucional vigente, com a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, integrando-a ao Sistema Nacional de Recursos Hídricos, cuja competência foi implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos. Já o processo de elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, coube à SRH - Secretaria de Recursos Hídricos, em conjunto com a ANA, e com outras instituições governamentais, setores usuários e a sociedade civil organizada. O PNRH se tornou um instrumento essencial para o planejamento estratégico da gestão dos recursos hídricos no País, tanto no contexto das bacias hidrográficas, quanto das áreas especiais de planejamento, impulsionando o desenvolvimento de muitos trabalhos em bacias hidrográficas brasileiras, com o intuito de se avaliar a qualidade das águas superficiais, bem como a influência dos parâmetros na composição do índice de Qualidade das Águas (IQA).

Sob esta ótica, as análises realizadas das águas superficiais da bacia hidrográfica do Ribeirão do Carmo (BHRC) aqui apresentadas ganham importância, na medida em que são a base para se avaliar o grau de degradação geoambiental das águas da bacia em decorrência das atividades antrópicas pretéritas e atuais, além de possibilitarem a determinação das principais causas destas degradações e impactos locais. Para alcançar os objetivos propostos, a abordagem do trabalho passou necessariamente por caracterizações microbiológicas e físico-químicas, que subsidiaram a determinação da qualidade das águas superficiais da BHRC.

A determinação do IQA, somado à representação cartográfica das informações ao longo da bacia permitiu a primeira determinação da qualidade de parte das águas superficiais, possibilitando que estudos futuros tenham a condição de efetuar uma análise comparativa dos dados e, principalmente, da variabilidade dos parâmetros analisados, bem como subsidiar proposições de ações que para minimização dos problemas detectados.

2. A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO CARMO

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Carmo (BHRC) é uma das cabeceiras da bacia do rio Doce e localiza-se nos municípios de Ouro Preto e Mariana em Minas Gerais (Figura 1). Pertence à bacia regional do rio Piranga e é parte integrante da Bacia do Atlântico Leste, tendo uma área de 321,60 km² e um perímetro de 139,22 km. A população residente ao longo da BHRC é de aproximadamente 120 mil habitantes.

As intervenções antrópicas na bacia hidrográfica datam da ocupação do território na busca do ouro no Século XVIII, principalmente desde as cabeceiras, se estendendo ao longo de todo curso. Estão inseridas na bacia as áreas urbanas principais de Ouro Preto e Mariana, além dos distritos de Passagem de Mariana, Bandeirantes, Monsenhor Horta e Furquim, que pertencem ao município de Mariana. Além das áreas urbanas, algumas atividades de mineração também contribuem para impactar a bacia hidrográfica, principalmente no que se refere a carga sedimentar gerada e transportada para os cursos de água (Souza 2015).

No contexto geológico, a região corresponde a um segmento no extremo leste do Quadrilátero Ferrífero, posicionado na zona limítrofe entre duas importantes províncias geológicas do escudo brasileiro, a Província Geotectônica São Francisco, a oeste, e a Província Geotectônica Mantiqueira, a leste (CPRM, 1993), sendo que a primeira abrange a maior parte da área da bacia. A Província Geotectônica São Francisco reúne agrupamentos de idades e ambiências diversas, sendo que na área da bacia ocorrem terrenos “granito-greenstone”, representados por uma sequência vulcano-sedimentar do Supergrupo Rio das Velhas, rochas granitoides do Complexo

Santa Bárbara, a sequência clasto-química do Supergrupo Minas, a sequência predominantemente clástica do Grupo Itacolomi e as coberturas fanerozóicas terciárias e detríticas recentes, estas representadas por depósitos detríticos-lateríticos e aluviais. Já a Província Geotectônica Mantiqueira, ocorre em uma pequena faixa a leste da bacia, reunindo gnaisses bandados do Complexo Mantiqueira e granulitos do Complexo Acaiaca.

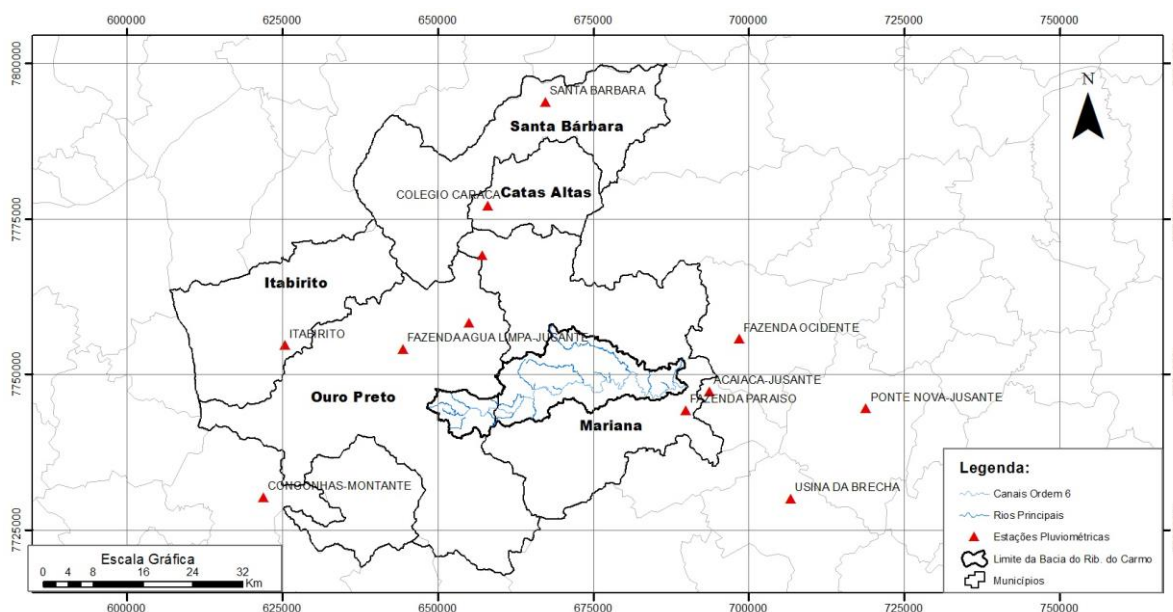


Figura 1 – Localização da BRHC, no contexto dos municípios de Ouro Preto e Mariana.

Duas unidades geomorfológicas podem ser diferenciadas: o Quadrilátero Ferrífero e os Planaltos Dissecados. A primeira unidade é evidenciada nas cabeceiras, a oeste, onde o relevo é condicionado estruturalmente, com substrato rochoso composto por formações metassedimentares neoproterozoicas características do Quadrilátero Ferrífero (filitos, quartzitos, xistos, formação ferrífera bandada e dolomitos) e solos pouco espessos, predominando neossolos litólicos, cambissolos e afloramentos rochosos (CPRM, 1993). Neste setor o ribeirão do Carmo é bem encaixado e com o leito mais declivoso. A segunda unidade ocupa espacialmente a porção centro-leste da bacia, tendo relevo ondulado a suave ondulado, com predomínio de solos mais espessos (argissolos e latossolos). A região se insere em um domínio morfoestrutural com exposição de rochas cristalinas, deformadas e deslocadas do embasamento, atingidas por sucessivos estágios de erosão e submetidos a processos intempéricos que produziram pacotes de alteração evoluídos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta e Análise das Amostras de Água em Campo

Foram definidos 27 pontos específicos de coleta de amostras, escolhidos para abranger as nascentes do ribeirão do Carmo, os principais afluentes de 4ª, 5ª e 6ª ordem, as principais captações de água para consumo nos distritos de Bandeirantes, Monsenhor Horta e Furquim, e uma captação no município de Mariana, além de amostragens ao longo do curso principal (Figura 2).

A coleta de dados englobou um período de “seca” e um período de “chuva”, perfazendo um total de 54 análises químicas e 64 análises microbiológicas realizadas.

A determinação dos parâmetros temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, pH, Eh e salinidade foram realizados *in situ* utilizando multiparâmetro portátil previamente calibrado, marca *Myron L Company*, modelo 6P. O oxigênio dissolvido foi medido também *in situ* através de um oxímetro portátil previamente calibrado, marca *SCHOTT*, modelo OX 1/SET.

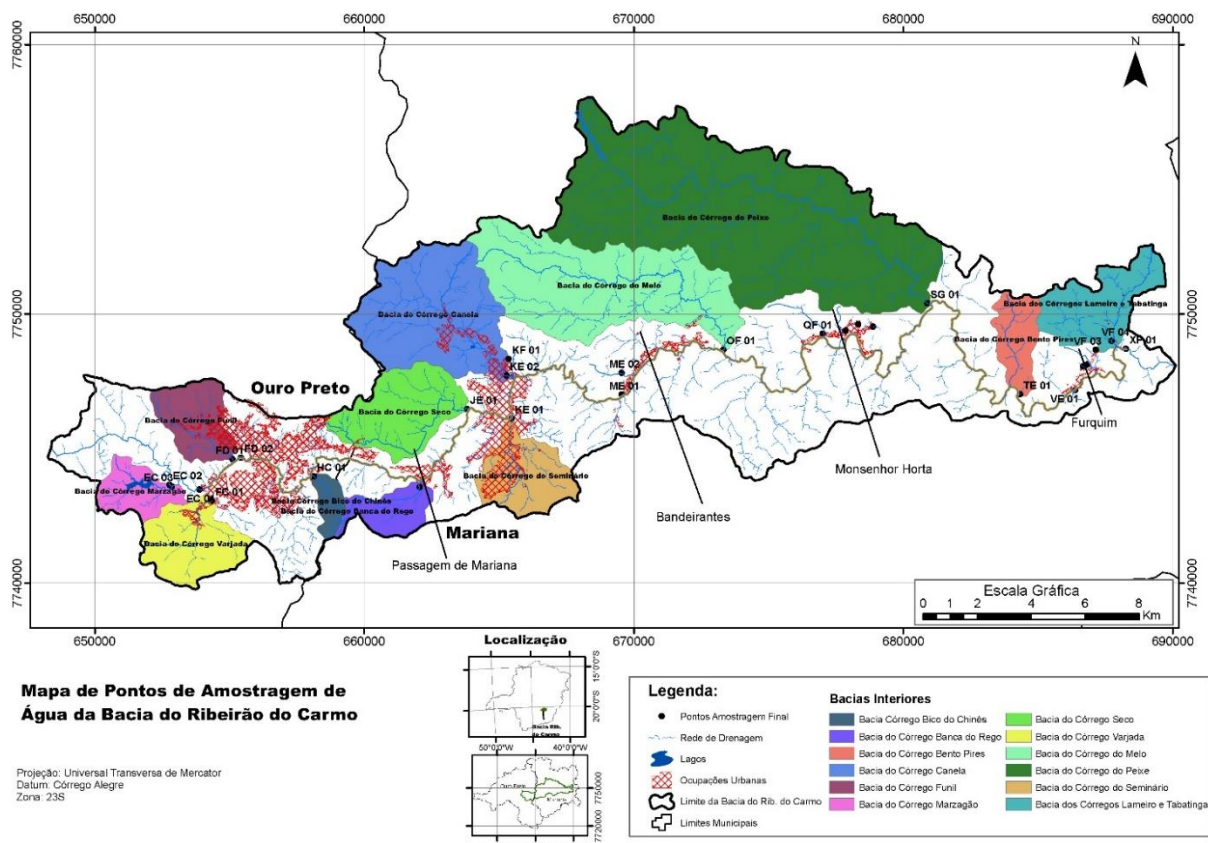


Figura 2 – Mapa de Pontos de Amostragem de Água da Bacia do Ribeirão do Carmo.

3.2. Análises Físico-Químicas das Amostras de Água no Laboratório

As análises físico-químicas das amostras de água foram realizadas no Laboratório de Geoquímica – UFOP – DEGEO. Foram determinadas diretamente em laboratório a Turbidez, através do Turbidímetro marca Micronal, modelo B250, a Alcalinidade e Cloreto por titulometria e Sulfato pelo método turbidimétrico (Greenberg *et al.*, 1992).

Foram também determinados os teores de metais e metalóides de Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V e Zn, por Espectrofotômetro de Emissão Atômica com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES), marca SPECTRO/modelo Ciroc CCD. Embora esses elementos não façam parte da metodologia de classificação do índice de qualidade das águas superficiais, são importantes para a identificação de anomalias que porventura possam existir.

3.3. Análises Microbiológicas das Amostras de Águas no Laboratório

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Águas da Escola de Farmácia da Universidade Federal de Ouro Preto, aplicando-se método de tubos múltiplos da *American Public Health Association* (ALPHA, 1998), para determinação do número mais provável (NMP/100 ml) de bactérias do grupo coliformes totais e termotolerantes.

3.4. Determinação do Índice de Qualidade das Águas Superficiais (IQA)

A determinação do Índice de Qualidade das águas superficiais (IQA) seguiu o procedimento sugerido pela *National Sanitation Fundation* (NSF), adaptada pela CETESB (2009). A distribuição dos pontos de amostragem de água possibilitou, além de determinar o IQA para a BHRC, a diferenciação da análise por trechos da bacia, bem como a avaliação do IQA para bacias secundárias, que também foram caracterizadas com análise individualizada.

A classificação do IQA tem seus valores variando entre 0 (zero) e 100 (cem), sendo que a qualidade aumenta em ordem crescente.

Nove parâmetros foram empregados na determinação do IQA segundo a metodologia do NSF, sendo o resultado obtido através do produto ponderado dos parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), Coliformes Fecais, Temperatura, pH, Nitrogênio Total, Fosfato Total, Turbidez, e Resíduo Total.

Onde: IQA - índice de qualidade da água é um número de 0 a 100.

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

q_i - qualidade da i -ésima variável. Um número entre 0 e 100, obtido através do respectivo gráfico de qualidade, em função do resultado da análise.











w_i - peso correspondente à i -ésima variável fixado em função de sua importância para a conformação da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, sendo a soma de todos os pesos igual a 1.

Os pesos utilizados para w_i são mostrados na Tabela 1 e a classificação por conceito na Figura 3. A CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) vem utilizando a Tabela 1 de pesos e parâmetros e a Figura 3 com as alterações indicadas em relação à classificação convencional da NSF na avaliação e classificação da qualidade da água.

Tabela 1- Pesos de Cada parâmetro (w_i) para o cálculo do IQA.

Parâmetro	Peso - w_i	Parâmetro	Peso - w_i
Coliformes Fecais	0,15	Temperatura	0,10
pH	0,12	Turbidez	0,08
DBO	0,10	Resíduo Total	0,08
Nitrogênio Total	0,10	Oxigênio (OD)	0,17
Fosfato Total	0,10		

Figura 3 – Valores e Classificação por conceito do IQA utilizando o índice NSF e a ponderação CETESB.

IQA	Conceito NSF	Cor	IQA	Conceito CETESB	Cor
91–100	Excelente		79 > £ 100	Ótima	
71–90	Bom		51 > £ 79	Boa	
51–70	Médio		36 > £ 51	Regular	
26–50	Ruim		19 > £ 36	Ruim	
0–25	Muito Ruim		£ 19	Péssima	

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análises Microbiológicas

A avaliação dos resultados foi feita em conformidade com os indicadores de padrão microbiológico para potabilidade indicado pela Portaria N.º 1469, de 29 de dezembro de 2000, Art. 11. Em apenas dois pontos (um em área de cabeceira da bacia, a montante da barragem de rejeitos da empresa Novelis, e outro em sub-bacia não ocupada entre as áreas urbanas de Ouro Preto e Mariana) as análises deram resultado negativo para a ocorrência de coliformes, e mesmo assim apenas na campanha do período seco. Nem mesmo as análises nos pontos de captação direta da Prefeitura de Mariana para consumo (5 pontos), teoricamente já com água tratada, tais indicadores foram alcançados. Zulpo *et al.* afirmam que os coliformes totais são encontrados no solo e nos vegetais, possuindo a capacidade de se multiplicarem na água com relativa facilidade. No entanto, os termotolerantes não se multiplicam facilmente no ambiente externo e ocorrem constantemente na flora intestinal do homem e de animais de sangue quente. Assim, os resultados obtidos neste trabalho refletem a contaminação fecal em água fresca seja pela

inexistência de quaisquer tratamentos do esgoto ao longo de toda a bacia, sendo este lançado diretamente em trechos do Ribeirão do Carmo e seus afluentes, seja em decorrência do uso inadequado de cabeceiras de drenagem para pastagem de animais.

4.2. Análise dos Teores de Metais e Metaloides

Na avaliação das características químicas das águas (teores de metais e metaloides), utilizou-se para efeito comparativo o padrão de potabilidade e aceitação para consumo humano indicado nas tabelas de referência da Portaria N.º 1469, de 29 de dezembro de 2000. Entre as substâncias químicas avaliadas, Alumínio, Arsênio, Bário, Cádmiio, Cromo, Cobre, Ferro e Manganês alcançaram valores acima dos limites de quantificação.

Nos resultados obtidos em dezenove dos vinte e sete pontos analisados, concluiu-se que ao menos uma substância química foi detectada acima dos valores de referência para consumo humano indicados na Portaria N.º 1469/2000. Três substâncias químicas ultrapassaram os valores máximos permitidos ao longo de toda BHRC, Alumínio, Ferro e Manganês.

O alumínio, que é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes, possui uma solubilidade baixa em pH (entre 5,5 e 6,0). Embora comumente apresente maiores concentrações em profundidade, onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose, no caso da BHRC onde as lâminas d'água são mais delgadas, a concentração detectada chegou a ser quase 10 vezes superior ao valor máximo permitido, a jusante da barragem de rejeitos da empresa Novelis. Entretanto, o aumento da concentração de alumínio, que é comum quando associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez, não se confirmou, o que corrobora para a associação dos valores tão elevados à descarga de efluentes da barragem de rejeitos diretamente no canal, visto que no período de chuvas ocorreu uma redução de quase 50%, no ponto a jusante do reservatório (369,6 µg/l para 196,3 µg/l), o que pode estar associado a uma diluição em decorrência do aumento do volume do fluxo superficial.

A substância ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta geralmente nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens dos canais, o que é comum na BHRC e consequente carreamento dos materiais depositados ao longo da calha do canal principal. O histórico da bacia, com atividades de mineração ao longo de toda a Serra de Ouro Preto desde o século XVIII, sendo que ainda hoje existem atividades de garimpo em sua extensão com retrabalhamento contínuo do material do leito. Este contexto pode ser correlacionado a 7 pontos de coleta de água onde o valor obtido foi de 2682 µg/l. Já para os pontos de coleta e consumo de água do distrito de Furquim, como se referem a locais onde existe tratamento de águas pelo poder público, pode haver uma associação entre o ferro comum em águas subterrâneas, devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água e o emprego de coagulantes a base de ferro em águas tratadas para abastecimento público, que pode provocar elevação em seu teor. Não obstante, o ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, confere cor e sabor à água, e pode provocar manchas em roupas e utensílios sanitários entre outros problemas.

O comportamento do manganês nas águas assemelha-se muito ao do ferro, sendo um elemento que geralmente o acompanha em virtude de seu comportamento geoquímico. O manganês desenvolve coloração negra na água, mas geralmente a concentração de manganês menor que 0,05 mg/L é aceitável em mananciais. Raramente atinge concentrações de 1.000 µg/l em águas superficiais naturais como verificado em um ponto da BHRC. Embora normalmente esteja presente em quantidades de 200 µg/l ou menos, na bacia do Ribeirão do Carmo, em 10 pontos analisados os índices ultrapassaram estes valores.

4.3. Índice de Qualidade das Águas Superficiais - IQA

Os resultados dos IQA das águas superficiais da BHRC obtidos nos períodos de seca e de chuva estão sintetizados nas figuras 4 e 5, considerando a metodologia e ponderação adotada

pele NSF, e nas figuras 6 e 7, de acordo com a metodologia e ponderação adotada pela CETESB. Para visualização dos resultados em mapa, e considerando como já descrito que foram analisadas amostras ao longo do curso principal, nos principais afluentes, e nos exutórios das bacias de 4ª, 5ª e 6ª ordens, além da classificação do IQA por cor por trecho do Ribeirão do Carmo, adotou-se uma classificação por bacia interior considerando-se um período de chuva e um período seco, bem como as classificações via NSF e via metodologia CETESB.

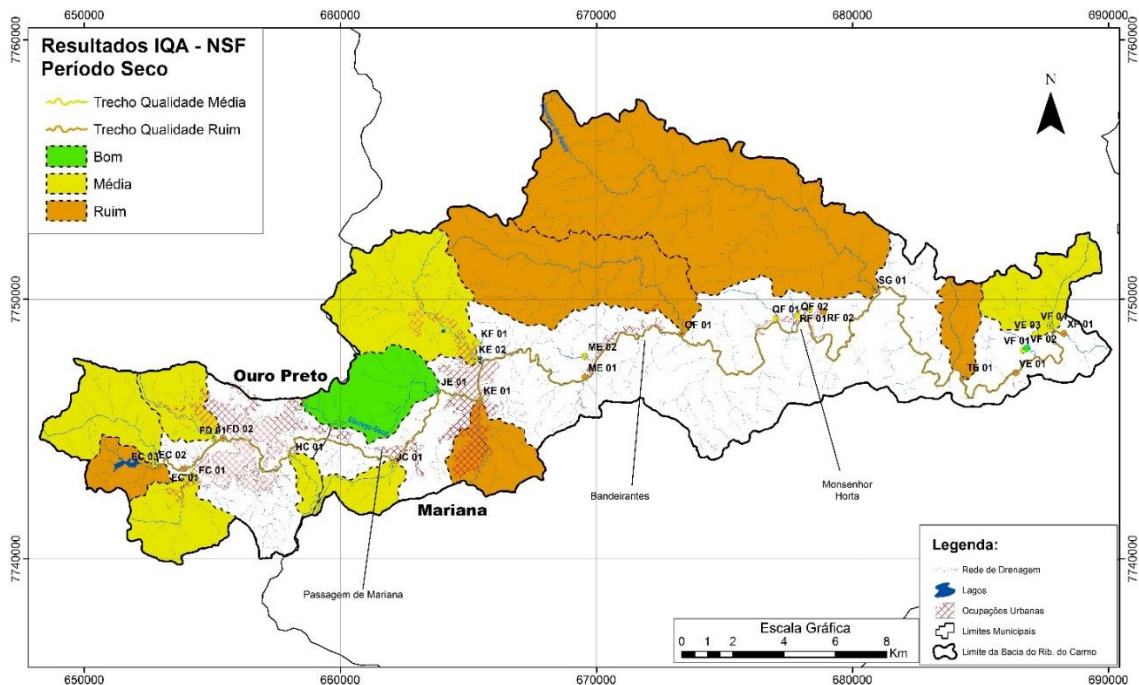


Figura 4 – Mapa do IQA da BHRC – Método NSF – Período Seco.

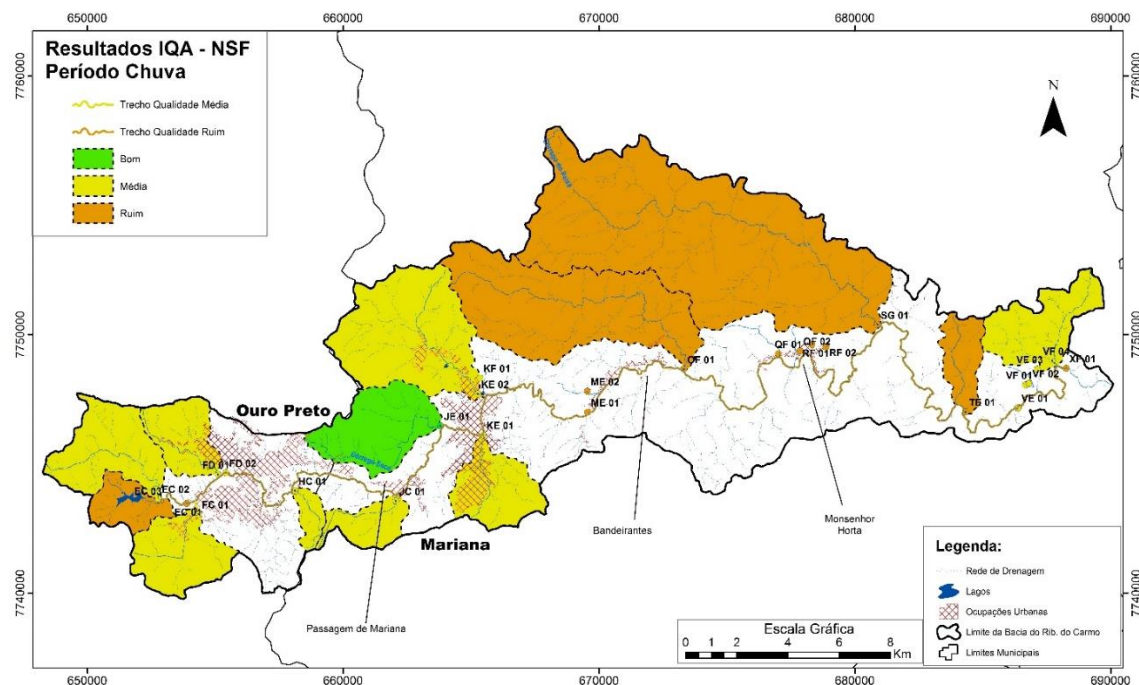


Figura 5 – Mapa do IQA da BHRC – Método NSF – Período de Chuva.

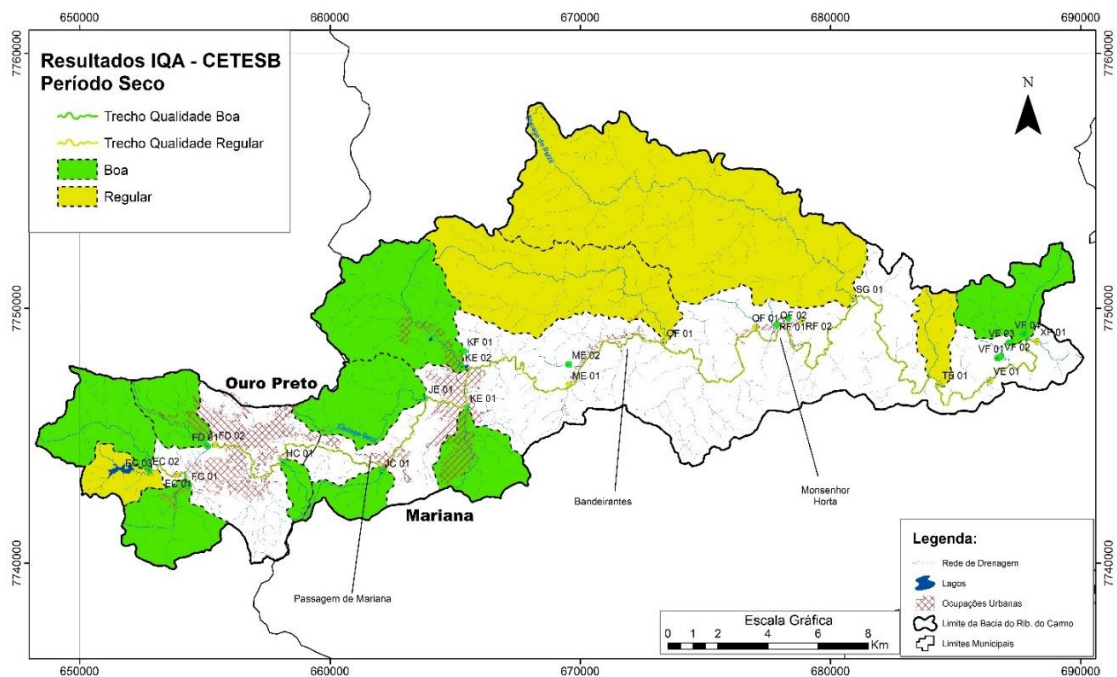


Figura 6 – Mapa do IQA da BHRC – Método NSF – Período Seco.

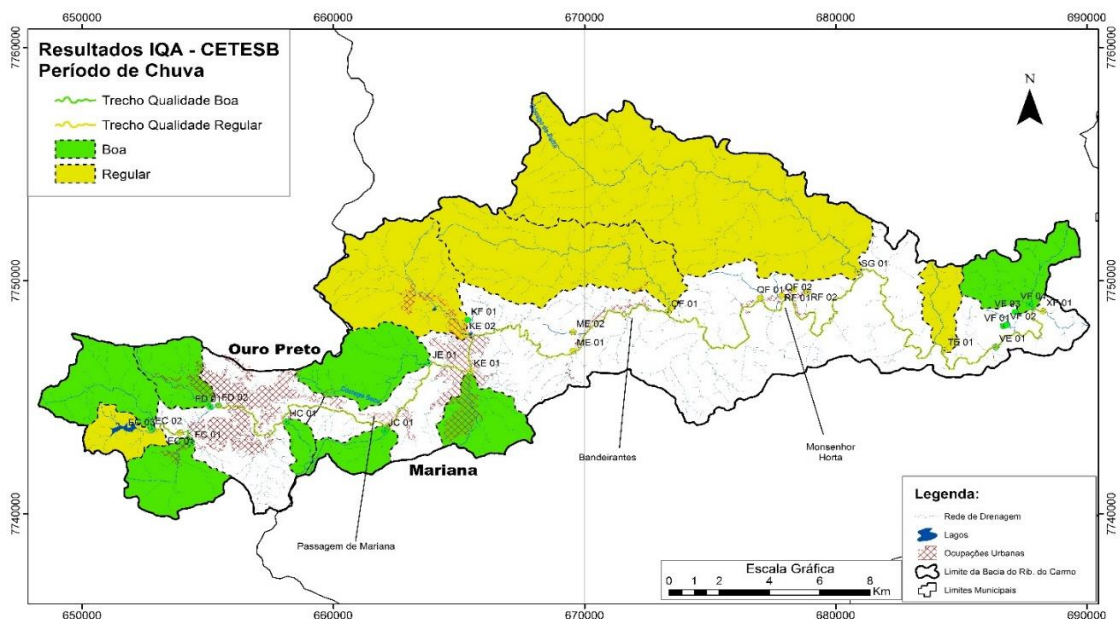


Figura 7 – Mapa do IQA da BHRC – Método CETESB – Período de Chuva.

A partir das análises realizadas e das condições e padrões para o período de amostragem, as águas superficiais da BHRC foram classificadas como “águas doces de classe 1”. Entretanto, para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000, uma vez que em apenas dois pontos as análises dos coliformes termotolerantes tiveram sua condição avaliada na categoria como próprias, sendo consideradas como excelentes, com no máximo 250 coliformes fecais (termotolerantes) por 100 mililitros;

Em relação a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ressalta-se que a DBO_{5,20} mede somente a quantidade de oxigênio consumido em um teste padronizado, ou seja, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana. Para efeito comparativo, na legislação do Estado de São Paulo, o Decreto Estadual n.º 8468, a DBO_{5,20} de cinco dias é padrão de emissão de esgotos diretamente nos corpos d’água, sendo exigidos ou uma DBO_{5,20} máxima de 60 mg/L ou uma eficiência global mínima do processo de tratamento na remoção de DBO_{5,20} igual a 80%. Na

BHRC a amostragem do período seco variou entre 2,5 mg/l a 7,3 mg/l. No período de chuva a variação foi entre 2,2 mg/l e 11,5 mg/l. A condição para DBO_5 dias a 20°C de até 5 mg/L O_2 não foi alcançada em sete amostras de água coletadas no período de seca e em 14 amostras de água coletadas no período de chuva.

A condição em que o OD, em qualquer amostra (não inferior a 6 mg/L O_2) foi alcançada apenas por onze amostras coletadas no período seco. Já no período de chuvas nove amostras não atingiram o valor mínimo estabelecido, sendo as águas caracterizadas como impróprias. O oxigênio é um dos gases mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos e sua análise retrata a relação entre as fontes de entrada para a água, que são o oxigênio atmosférico e a fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas, com as perdas do sistema que ocorrem em decorrência do consumo pela decomposição de matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração de plantas e animais aquáticos e oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e o manganês cujas taxas são elevadas na BHRC. Assim, geralmente as águas “limpas” apresentam concentrações de oxigênio dissolvido (OD) mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L. A condição de que o OD, em qualquer amostra, que não pode ser inferior a 5 mg/L O_2 não foi alcançado em 10 amostras de águas coletadas no período de chuva.

Para a condição de turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UT) apenas a amostra coletada no período seco no exutório da bacia hidrográfica registrou valor superior ao limite com 44,0 UT. A amostra também coletada no período seco da Barragem do distrito de Furquim, a montante exutório da bacia hidrográfica, se aproximou do limite estabelecido, com 39,18 UT, o que também ocorreu com a amostra coletada no período de chuva no exutório da bacia, cujo valor de análise foi 39,0 UT. A turbidez na água é causada pela presença de material em suspensão (argila, silte, matérias orgânicas e inorgânicas, plâncton e outros organismos microscópicos). No caso da BHRB, concluiu-se que os processos erosivos associados aos depósitos aluvionares, bem como a erosão das margens do ribeirão do Carmo em estações chuvosas são fenômenos que resultam em aumento significativo da turbidez das águas. Já a erosão decorrente do mau uso do solo como no caso da bacia do Córrego do Melo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente para outro. Destaca-se, também, que as atividades de mineração e o lançamento de efluentes da lagoa de Rejeitos da empresa Novelis influenciaram diretamente na elevação dos valores de turbidez.

Já as análises referentes aos sólidos totais, que se referem ao conjunto de substâncias orgânicas e inorgânicas contidas em um líquido e que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação, no período seco a variação foi entre 0,28 mg/l a 1205,0 mg/l (a montante da empresa Novelis) e 3365,0 mg/l no Córrego Marzagão, a jusante da Lagoa de rejeitos da empresa Novelis, o que confirma que parte dos rejeitos do processamento da bauxita era lançado diretamente no córrego Marzagão.

O potencial hidrogeniônico (pH) exerce influência direta na dissolução e precipitação de algumas substâncias, além de controlar a sua especiação (McCutcheon, 1993). O pH que, segundo a resolução CONAMA 274/2000, deve estar entre 6,0 a 9,0, registrou valores anormais em quatro amostras de água, sendo em duas abaixo do valor normativo (pH 5,83 e pH 5,6) e em duas acima do valor normativo (pH 9,47 e pH 9,17)

Para a classe 2 mantêm-se as condições e os padrões da classe 1, à exceção dos coliformes termotolerantes. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, o que ocorreu apenas em duas amostras de água.

5. CONCLUSÕES

No estudo apresentado, seguindo as recomendações da PNRH para bacias hidrográficas, buscou-se efetivamente a geração de informações em escalas adequadas que possam ser utilizadas para a construção de uma efetiva gestão dos recursos hídricos locais. Consequentemente, poderá dar suporte a ações estruturadas de maneira integrada, articuladas com o planejamento dos setores usuários, com o planejamento regional intermunicipal e a gestão

do uso do solo.

A avaliação da qualidade das águas superficiais e a determinação do índice IQA trouxe uma leitura inédita em relação a BHRC e possibilitou não um melhor entendimento das características naturais da bacia e respectivamente de parte das águas superficiais, mas, principalmente, a detecção de problemas a serem resolvidos, tanto para a bacia principal, quanto para as bacias interiores onde as águas superficiais coletadas e analisadas são atualmente utilizadas para o consumo humano. Entretanto, para uma melhor compreensão da magnitude dos problemas detectados faz-se necessário que outros estudos sejam realizados visando a ampliação dos pontos de coleta, bem como a sistematização das rotinas de análise, de forma a abranger todos os pontos de captação de água para consumo humano ao longo da BHRC, englobando assim as sedes municipais de Ouro Preto e Mariana, os distritos de Passagem de Mariana, Bandeirantes, Monsenhor Horta e Furquim, além de abranger o canal principal e os tributários das bacias de 4ª, 5ª ordens.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington: Water Environment Federation, 2005. 1496 p.

BRASIL. *Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil.* Brasília: ANA; Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2005

BRASIL. *Ministério da Saúde. Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jan. 2001, nº 1 – E, Seção 1, p. 19 (Republicada no DOU nº 38 - E de 22/2/2001, Seção 1, p.39).

BRASIL. *Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.* Brasília. Diário Oficial da União de 18 de março de 2005.

BRASIL. *Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.* Brasília. Diário Oficial da União de 29 de novembro de 2000 (2000a).

CPRM, 1993. Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Mariana – Folha SF.23-XB-1. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000. Org. por Orivaldo Ferreira Baltazar e Frederico Ozanam Raposo. Brasília, DNPM/CPRM. 196 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Variáveis de qualidade das águas. São Paulo, SP, 2009.

GREENBERG, A. E., CLESCERI, L. S., EATON, A. D., eds. Standard methods for the examinations of water and wastewater. 18 ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 1992, p. 5, 1 – 5, 15.

McCUTCHEON, S. C., MARTIN j. L., BARNWELL jr. T. O.. Water Quality. In: Maidment D. R. (Ed). Handbook of Hydrology. Mc Graw – Hill, Inc., USA, 1993. 11, 1 – 11, 73.

NSF. National Sanitation Foundation Consumer Information: Water Quality Index. Ann Arbor/MI, United States of America. NSF, 2007.

SOUZA, L. A. 2015. Cartografia Geoambiental e Cartografia Geotécnica Progressiva em Diferentes Escalas: aplicação na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Carmo, municípios de Ouro Preto e Mariana, Minas Gerais. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. 461f.

ZULPO DL, PERETTI J, ONO LM, GARCIA JL. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. *C Agrárias* 2006; 27(1):107-110.