

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

CONTRIBUIÇÃO PARA O DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO ORATÓRIOS

Frederico Melo LACERDA¹; Victor Hugo Alves SOARES²; Andreia Aparecida Barbosa SIQUEIRA³ & Hubert Mathias Peter ROESER⁴.

RESUMO – O Brasil precisa cada vez mais de experiências e metodologias que auxiliem o diagnóstico de bacias hidrográficas. Ter exemplos de estudos e diagnósticos cria um leque de experiências que podem ser usadas como guias para as demais regiões do Brasil. No presente estudo foi feito um diagnóstico da microbacia do Rio Oratórios que está inserida na Bacia do Rio Doce, atendendo as cidades de Amparo do Serra, Oratórios e Ponte Nova. A metodologia aplicada durante o trabalho pode ser separada em três grupos de trabalhos: realizados em campo, realizados nos laboratórios e os de pesquisas bibliográficas. Foram realizadas três campanhas de amostragem de água, distribuídas nas estações chuvosas e secas, ao longo do Rio Oratórios, e alguns dos seus tributários. Ao empregar a classificação segundo BERNER & BERNER pode-se constatar que o Rio Oratórios é controlado principalmente pelo seu ambiente litológico. Como valores de referência, seguiu-se resolução CONAMA 357/2005. Pelos valores medidos, que possibilitaram discussões, constataram-se diversas irregularidades, tornando o Rio Oratórios, impróprio para os usos próprios diretos, sem um tratamento adequado. Assim, torna-se necessária a implementação de um plano de uso dos recursos hídricos para melhor aproveitamento da bacia, situação semelhante em diversas bacias hidrográficas brasileiras.

ABSTRACT – Brazil needs increasingly of experiences and methodologies that help the diagnostic of watersheds. Examples of studies and diagnostics creates a variety of experiences that can be used how guides to another places of Brazil. In this study was done a diagnostic of watershed of Oratórios river which is on Doce river's watershed, serving the cities of Amparo do Serra, Oratórios and Ponte Nova. The methodology applied during this work can be divided in three groups: field works, laboratories and literature search. Were made three campaign of water sampling, distributed in rain season and dry season throughout of Oratório river, and some of his tributaries. By employing the classification of accord BERNER & BERNER can note that the Oratórios river is controlled by his lithological environmental. With the reference values, following the CONAMA 357/2005 resolution, in the values measured, that allows discussions, is evident that there various irregularities, turning the Oratório river unfit to direct use, without a adequate treatment. Therefore is necessary the implementation of a using plan of water resources to better use of watershed, similar situation in several brazilian's watersheds.

Palavras-Chave – Rio Oratórios, recursos hídricos, saneamento ambiental

¹ Mestrando em Engenharia Ambiental, UFOP – Brasil fredericolac@hotmail.com;

² Mestrando em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental, UFOP – Brasil victor.asoares@gmail.com;

³ Graduanda em Ambiental, UFOP – Brasil, andrea_engambiental@hotmail.com

⁴ Departamento de Engenharia Ambiental, UFOP – Brasil, hubert-deamb@em.ufop.br

1 – INTRODUÇÃO

O uso adequado dos recursos naturais, principalmente dos hídricos é considerado de grande importância, pois a água está presente em toda a biosfera: nos corpos d'água, no ar, no solo, no subsolo e nos seres vivos e desempenha importantíssima função em quase todas as atividades humanas, econômicas, sociais, culturais e até religiosas (FELDMANN, 1992).

Portanto, na busca pela sustentabilidade torna-se cada vez mais imperativa a necessidade do estabelecimento de critérios e metodologias para a avaliação e monitoramento do efeito das atividades humanas sobre o meio ambiente, buscando dentre outros aspectos, reorientá-las (LEONARDO, 2003).

O gerenciamento dos recursos hídricos realiza o desafio de minimizar os impactos negativos causados pelas ações antropogênicas e mesmo natural a fim de equacionar os problemas existentes e gerar melhores situações de uso. Para isso são necessários trabalhos que sensibilize e conscientize o maior numero de pessoas da real necessidade de se preservar este bem, que para os especialistas é vital à sobrevivência de diversos seres vivos (SETTI e LIMA, 2001).

Nas atividades de gestão dos recursos hídricos, considera-se que os aspectos de quantidade e qualidade não podem ser dissociados. Há algum tempo prevalecia, a visão de que as questões mais problemáticas estariam centradas nas regiões com baixa disponibilidade quantitativa. A situação crítica em relação à qualidade de água observada atualmente em várias bacias, especialmente, aquelas em que estão localizados grandes centros urbanos, revelou que o aspecto qualitativo é indissociável nas atividades de gerenciamento da água (BRASIL, 2004). Conhecer as necessidades de cada usuário de uma bacia, a capacidade de oferta e velocidade de renovação das fontes é imprescindível para o gerenciamento ideal dos recursos hídricos de uma região (FREITAS et al 2001)

Conforme ALMEIDA (2000) existem uma quantidade reduzida de pesquisas sobre os recursos hídricos e seu gerenciamento que levem em consideração a participação popular, mantendo distante das decisões grande parte da população. Neste contexto, insere-se a importância do estudo no Rio Oratórios. Este rio é um dos tributários do Rio Piranga, afluente do Rio Doce, porém ainda é muito pouco estudado, como se pode notar pelo pouco número de trabalhos divulgados. É importante observar que a caracterização e o diagnóstico ambiental proporcionará uma visão pró-ativa para a região. Afinal, tendo em mãos o conhecimento do local é possível que se faça uma análise ambiental preventiva e não apenas corretiva.

Piorar a qualidade da água significa prejudicar a vida do homem e dos outros seres vivos que dela dependem. A água na natureza é um meio vivente, portador de elementos benéficos que contribuem para a sua qualidade. As águas superficiais e subterrâneas devem ser preservadas da contaminação. Toda diminuição importante da qualidade ou da quantidade de uma água corrente ou

represada corre o risco de tornar-se nociva para o homem e para os outros seres vivos (DERÍSIO, 2000).

O planeta é coberto pela água, porem apenas 3% dela é doce e cerca de apenas 0,01% esta disponível para o consumo humano (ASSIS, 1996). Considerando esse cenário podemos considerar o Brasil como um país privilegiado, já que conta com cerca de um quinto de toda a água potável disponível do mundo. Porém, esta distribuição não ocorre de forma homogênea uma vez que 73% dessa água disponível em território nacional encontram-se no norte, região menos industrializada e menos povoada. Restando aos demais habitantes e empreendimentos, encontrados nos demais centros, apenas 27% da capacidade hídrica do país (BENEVIDES e BEEKMAN, 1995; SETTI e LIMA, 2001; BRASIL, 2006).

Segundo MEYBECK & HELMER (1992) a qualidade do ambiente aquático pode ser determinada através de medidas quantitativas, como determinações físicas e químicas (na água, no material particulado e nos organismos) e/ou testes bioquímicos e biológicos (testes de toxicidade e medidas de DBO5), ou através de medidas semi-quantitativas e qualitativas, tais como inventários de espécies, odor, aspectos visuais, índices bióticos, dentre outros. Estas determinações podem ser realizadas no campo e no laboratório, produzindo diferentes tipos de informações e interpretações técnicas.

Trabalhos geoquímicos ambientais mais detalhados começaram a ser realizados a partir da década de 1980 na região de Ouro Preto e Mariana, na Bacia hidrográfica do Rio Doce, com o objetivo de se conhecer a contaminação por metais pesados, principalmente por mercúrio, produto intensamente utilizado por garimpeiros de toda a região para o beneficiamento do ouro (CRUZ, 2002).

De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente, IGAM e do CBH-Rio Doce, a região da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga apresenta uma economia bem diversificada baseada principalmente na mineração e na agropecuária. Dessa forma uma caracterização da Bacia do Rio Oratórios em seus aspectos demográficos, geográficos, econômicos, políticos, sociais e ambientais torna-se importante, pois através dela será possível obter uma melhor análise para os resultados encontrados, distinguindo se os dados encontrados são de origens antrópicas ou não (PARRA, 2007). Dessa forma a caracterização e análise do uso e ocupação do solo passa ser fundamental para elaboração do diagnostico ambiental da bacia.

Segundo LACERDA (2010) na Bacia do Rio Piranga, do mesmo modo que em todo o país, ainda existe carência de pesquisas acerca dos problemas ambientais, especialmente os hídricos. Sendo assim, torna-se cada vez mais necessário um estudo de caracterização e diagnóstico visando conhecer a realidade da disponibilidade desses recursos. Permite questionar a origem desses

problemas, a influência no meio ambiente e diretamente às populações humanas, buscando propor alternativas que se tornem viáveis.

Este trabalho tem por objetivo a caracterização e o diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Oratórios. Para isso determinou in loco e no laboratório dos parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, resistividade, TDS (sólidos totais dissolvidos), ORP (potencial de oxidação e redução) e turbidez, além de determinar no laboratório o número mais provável de organismos indicadores de contaminação fecal recente - *Escherichia coli* - das águas nos pontos monitorados e os metais e metaloides nas águas e sedimentos por Espectrofotômetro de Emissão Atômica com Fonte de Plasma.

2 – AREA DE ESTUDO

A bacia do Rio Oratórios está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, na sub-bacia do Rio Piranga DO1, contida nos municípios de Amparo do Serra, Oratórios e Ponte Nova, conforme figura 1. Segundo o IBGE, e a Associação Mineira de Municípios – AMM, a população dessas três cidades é cerca de 65,3 mil habitantes, e abrange uma área de 705,3 km². No presente trabalho, as coletas de água e sedimentos foram realizadas em 13 pontos amostrais, definidos através de estudos prévios, visita a área e também de acordo com condições favoráveis as coletas.

Segundo dados do Comitê de Bacia Hidrográficas do Rio Doce, do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga, divulgados por LACERDA (2010), a altitude na região varia de 380 metros na foz em Ponte Nova, a 650 metros próximo as nascentes em Amparo do Serra. Já o clima, segundo a classificação de Köppen (Boletim Pluviométrico da Bacia do Rio Doce do DNAEE) identifica, basicamente, clima tropical, com estações bem definidas, verão temperaturas mais elevadas e chuvoso e inverno com temperaturas mais baixas e mais seco. Apresenta temperatura média em torno dos 20°C e valores de precipitações anuais podendo atingir a ordem de 1500mm. Além disso, possui uma predominância de latossolos amarelos e podzólicos vermelho-escuro, em quase toda a área. Apresentando focos erosivos em toda bacia.

Considerando o meio biótico, a região do Rio Oratórios foi intensamente ocupada nos últimos anos, o que levou a perda de grande parte da sua cobertura vegetal original e consequente alteração do meio biótico. Sendo que a vegetação original tem perdido cada vez mais espaço para monocultura, intensificando a perda e/ou redução de espécies de animais e vegetais nativas.

A economia da área de estudo é diversificada, podendo-se destacar: silvicultura com eucalipto, atividade canavieira associada com a agroindústria sucroalcooleira (principalmente pequenos alambiques), agricultura de subsistência, pecuária extensiva (leite e corte) e suinocultura intensiva, pequenos garimpos e indústrias principalmente alimentícias.

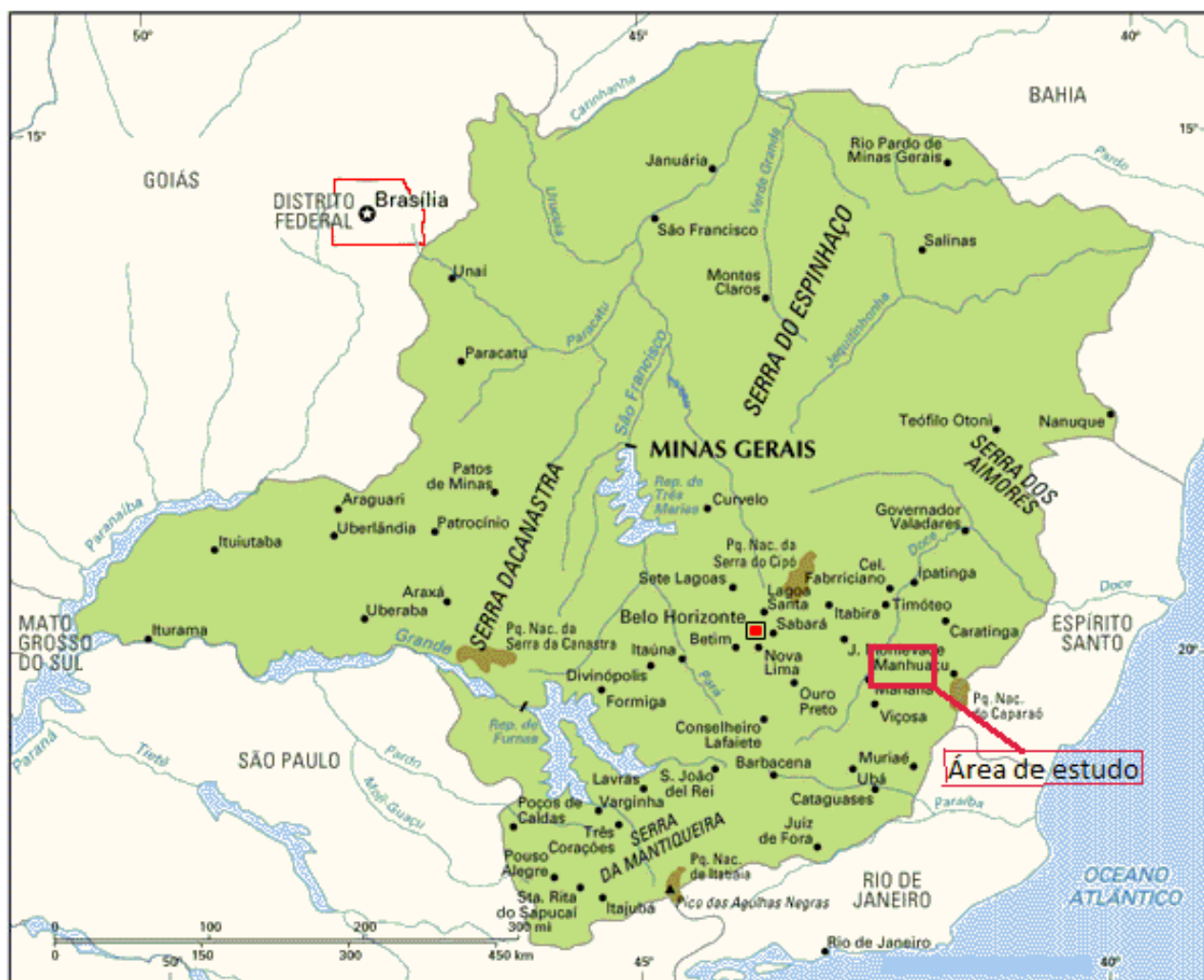


Figura 1 – Mapa com principais bacias hidrográficas mineiras com destaque para a localização da área de estudo.
(Modificada IBGE)

2 – METODOLOGIA

As metodologias aplicadas durante o trabalho podem ser separadas em três grupos: os trabalhos realizados no campo, os trabalhos realizados nos laboratórios e os trabalhos de pesquisas bibliográficas. Fazem parte dos trabalhos de campo as amostragens e as medidas físico-químicas: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, resistividade, TDS (sólidos totais dissolvidos), ORP (potencial de oxidação e redução) e turbidez. Nos laboratório foram realizadas as preparações de todas as amostras, além das análises químicas de alcalinidade, sulfato, cloro e biológicas, determinação do número mais provável de organismos indicadores de contaminação fecal recente, e por fim analisar os elementos metálicos tanto das águas como dos sedimentos. Os trabalhos bibliográficos caracterizou a Bacia Hidrográfica do Rio Oratórios em seus aspectos demográficos, geográficos, econômicos, políticos, sociais e ambientais.

Três campanhas de amostragem de água e sedimentos foram realizadas e distribuídas no período de 2011 e 2012, nas estações verão (chuvoso) e inverno (seco), ao longo do Rio Oratórios, e

alguns dos seus tributários. Ao adotar essa forma de distribuição das amostragens, procura-se minimizar as interferências das diferentes épocas climáticas nos resultados. Os sítios de amostragem foram definidos através de visitas à área de estudo, de acordo com condições favoráveis à coleta e levando-se em conta a distribuição geográfica dos mesmos, para que os resultados fossem representativos. Foram definidos 13 (treze) sítios de amostragem: 9 (nove) ao longo do Rio Oratórios e 4 (quatro) em alguns de seus tributários.

2.1 – Amostragens das águas

No laboratório, os frascos plásticos de 60ml e 1.000ml utilizados para coleta de água, além do recipiente para análises biológicas são separados e preparados na véspera da realização do campo. As amostras de água foram coletadas de acordo com a metodologia proposta por AGUDO (1987). As coletas foram realizadas contra a corrente, fazendo-se ambiente com a água do rio. As amostras de água foram coletadas sempre antes da amostra de sedimento, para evitar excesso de sólidos em suspensão.

Dois tipos de amostradores foram utilizados, dependendo da facilidade de coleta da água. Nas áreas onde o acesso era suspenso (caracterizado pela presença de ponte), foi utilizado um balde amarrado a uma corda. Onde o acesso era possível pela margem do rio, utilizou-se um frasco com capacidade de 2,0L, acoplado a uma haste ou novamente apenas o balde.

Durante as coletas em cada sítio foi realizado:

- análises realizadas em campo: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, resistividade, TDS (sólidos totais dissolvidos), ORP (potencial de oxidação e redução) e turbidez.
- coleta de amostra em frascos de 1000ml para a determinação dos teores de sulfato, alcalinidade e cloro.
- coleta de amostra em frascos de 60 ml para determinação de metais principais e traços pelo ICP, passando ainda em campo pelo processo de filtração utilizando seringa e membranas de filtro de 0,45µm de porosidade e em seguida foi acidificada com ácido nítrico concentrado (HNO₃ 65%) em pH menor que 2 (GREENBERG *et al.* 1992).
- coleta em recipientes próprios para análises microbiológicas.

As amostras de água foram identificadas com as letras FLRO e o número do sítio de amostragem.

2.2 – Amostragens dos sedimentos

Entende-se por sedimentos os materiais insolúveis que se depositam no fundo dos corpos de água. Os sedimentos constituem um fator muito importante do sistema aquático, por sua

participação no equilíbrio dos poluentes solúveis/insolúveis e por sua maior permanência no corpo de água, sendo, em geral, integradores das cargas poluentes recebidas pelas águas (AGUDO, 1987).

Geralmente os sedimentos de interesse ambiental são aqueles que permanecem nas camadas superficiais e estão finamente divididos (fração < 200µm). Assim, em muitos casos, uma retirada de alguns centímetros da camada superficial basta para atender à maioria dos estudos (AGUDO, 1987).

Os sacos plásticos utilizados para a coleta de sedimentos, e os amostradores foram preparados e separados na véspera da realização do trabalho de campo. Os procedimentos de coleta dos sedimentos variam em cada sítio, de acordo com as condições de acesso aos locais. Sendo utilizado um amostrador próprio construído na forma de uma concha de aço inoxidável, fixado na ponta de um bastão, ou em amostragens em cima de pontes, utilizando-se de uma draga tipo Birge-Ekman, equipamento apropriado para o procedimento.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, lacrado e identificado com as letras FLRO e o número do sítio de amostragem.

2.3 – Medições *in situ*

No local da coleta, foram determinados os seguintes parâmetros: OD, temperatura, pH, condutividade elétrica, STD (sólidos totais dissolvidos), ORP e turbidez.

Na determinação dos parâmetros Oxigênio Dissolvido e Temperatura foi utilizado um oxímetro. Os parâmetros pH, condutividade elétrica, STD (sólidos totais dissolvidos) e ORP foram determinados utilizando-se sonda multiparamétrica. Na determinação de turbidez foi utilizado um turbidímetro.

2.4 - Análises das amostras no laboratório

No Laboratório de Saneamento Ambiental, da Escola de Minas, foi realizadas determinações de cloreto por titulometria e sulfato pelo método turbidimétrico, seguindo o Procedimento Operacional Padrão do laboratório, baseado nas metodologias propostas por GREENBERG *et al.* (1992), no *Standard methods for examination of water and wastewater*.

Para as determinações de cloreto, foram vertidos 100ml de cada amostra em erlenmeyeres de 250ml, utilizando uma pipeta volumétrica, onde foi adicionado 1ml de cromato de potássio. A solução foi titulada com nitrato de prata. O ponto de “viragem” se deu com a mudança de cor para castanho-avermelhado fraco.

Para a determinação de sulfato foi utilizado um Turbidímetro. Foram vertidos 100ml de cada amostra em erlenmeyeres de 250ml utilizando uma pipeta volumétrica. Na sequência foi pipetados 20ml da solução tampão de ácido sulfúrico 0,02N e adicionados 2g de cloreto de bário. Após agitação durante 2 minutos as amostras foram levadas para leitura no turbidímetro. Por fim, a partir

de uma solução padrão de sulfato 100mg/l, foram preparadas soluções diluídas nas concentrações 1, 2, 3 e 4mg/l, onde em cada uma delas foi adicionados 20ml de solução tampão de ácido sulfúrico e 2,0g de cloreto de bário, seguido de agitação. Com os valores obtidos na leitura da turbidez foi construída a curva de calibração plotando-se as leituras de turbidez e as concentrações. Com isso, pela equação obtida por meio de regressão linear foi calculada a concentração de sulfato.

2.5 – Análise química

Teores de metais e metalóides foram determinados por Espectrofotômetro de Emissão Atômica com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-EOS), em operação no LGQA do DEGEO da Universidade Federal de Ouro Preto.

O método analítico por ICP-OES é uma técnica de espectrometria de emissão, que explora o fato de que elétrons excitados emitem energia a um determinado comprimento de onda quando retornam ao estado fundamental. A característica fundamental deste processo é a emissão de energia em comprimentos de onda específicos para cada elemento. Embora cada elemento emita energia em múltiplos comprimentos de onda, na técnica de ICP-OES é mais comum a seleção de um único comprimento de onda (ou alguns) para determinado elemento (ROCHA, 2007).

2.6 – Análise microbiológica

Para análises microbiológicas foi utilizado o sistema Colilert 24 horas (IDEXX-USA), para determinação do número mais provável de Coliformes totais e *E. coli*. Seguindo procedimento padrão do laboratório de Qualidade de Águas – LaQua, da Escola de Farmácia, da UFOP.

O Colilert utiliza tecnologia de substrato definido [Defined Substrate Technology® (DST®)] para detecção de coliformes totais e *E. coli* em água.

À medida que os coliformes se reproduzem em presença Colilert, eles utilizam β -galactosidase para metabolizar o indicador de nutriente ONPG e alterá-lo de incolor para amarelo. O *E. coli* utiliza β -glucuronidase para metabolizar MUG e criar fluorescência. Já que a maioria dos não coliformes não conta com estas enzimas, eles não podem se reproduzir e interferir. Os poucos não coliformes que têm estas enzimas são seletivamente suprimidos pela matriz especificamente formulada do Colilert. Esta abordagem diminui a incidência de falso-positivos e falso-negativos.

Dessa forma, adiciona-se o reagente próprio à amostra, misturando bem. Após isso deposita na cartela Quanti-Tray®/2000 e a lacra. Colocando depois em incubadora por 24 horas a uma temperatura de 35°C. Após isso, contam-se as cavidades amarelas e as que apresentam fluorescência sob luz ultravioleta, consultando tabela de NMP, para determinar o número mais provável de Coliformes totais e *E. coli*.

2.7 – Preparação das amostras de sedimento

No Laboratório de Saneamento Ambiental da Escola de Minas as amostras foram colocadas em bacias plásticas para secagem e tampadas com papel e secadas ao natural, para garantir que o máximo de umidade foi removida, elas foram ainda levadas a estufa, na temperatura de 60°C.

Após a secagem, as amostras de sedimento foram quarteadas e peneiradas no Laboratório de Sedimentologia do DEGEO, utilizando-se peneiras com malhas 9 *mesh*, 16 *mesh*, 32 *mesh*, 60 *mesh*, 115 *mesh*, 250 *mesh* e > 250 *mesh*, obtendo-se frações granulométricas 500µm, 210µm, 149µm, 63µm e < 63µm. Como se trata de um estudo ambiental a fração menor que 63µm foi utilizada para as análises químicas das amostras de sedimento, considerando que vários estudos indicam que os metais e metalóides estão preferencialmente associados às frações mais finas (FÖRSTNER, 2004).

A fração a ser utilizada para a análise química de digestão parcial foi levada à estufa novamente por duas horas a fim de se garantir a sua secagem.

2.8 – Análises químicas das amostras de sedimento

Para a digestão das amostras de sedimento foi utilizado o método digestão ácida parcial utilizando água régia, seguindo o procedimento padrão adotado pelo LGqA/DEGEO/UFOP. As amostras de sedimento foram analisadas por Espectrofotômetro de Emissão Atômica com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-EOS).

Na digestão parcial, depois de peneiradas e secas em estufa, pesa-se 1g de amostra, e transfere-se para o interior de um bequer de 100ml. Em seguida, adiciona-se 7ml de ácido clorídrico HCL e 2,3 ml de ácido nítrico HNO₃. Deixa-se repousar durante 16 horas à temperatura ambiente para permitir a oxidação lenta da matéria orgânica do solo. Em seguida, colocam-se as amostras sobre placa aquecedora à 110°C por cerca de 2 horas. Deixa-se esfriar lentamente para a temperatura ambiente. Filtra-se com membranas de filtro de celulose com 8µm de porosidade, recolhendo o filtrado e completando o volume de 100ml com água milli-Q. Em seguida as amostras serão levadas para análises pelo ICP-EOS.

2.9 – Base legal do instrumento de enquadramento dos corpos de água

Segundo Resolução do CONAMA 357/2005, em seu artigo 42, dispõe que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. Por essa mesma Resolução, atualizada pela CONAMA 430/2011, propôs os limites a serem comparados durante o trabalho.

Dessa forma, como o Rio Oratórios e seus afluentes analisados não dispõe ainda de um enquadramento, serão considerados classe 2 (dois), para as discussões.

2.10 – A Classificação Das Águas Segundo BERNER & BERNER

Os pesquisadores BERNER & BERNER (1987) propuseram em seu livro clássico *The global water cycle* uma classificação dos rios apoiando-se num diagrama em forma de bumerangue, que até hoje é usado com grande sucesso. Segundo os autores, uma das razões para se classificar um rio é determinar quais dos fatores ambientais naturais (ou mecanismos naturais) afetam a química de suas águas. Assim, através de estudos de rios bem conhecidos, pode-se extrapolar os resultados para aqueles menos conhecidos. Esta classificação foi baseada em GIBBS (1970). O diagrama é apresentado na figura 2, abaixo, com alguns exemplos.

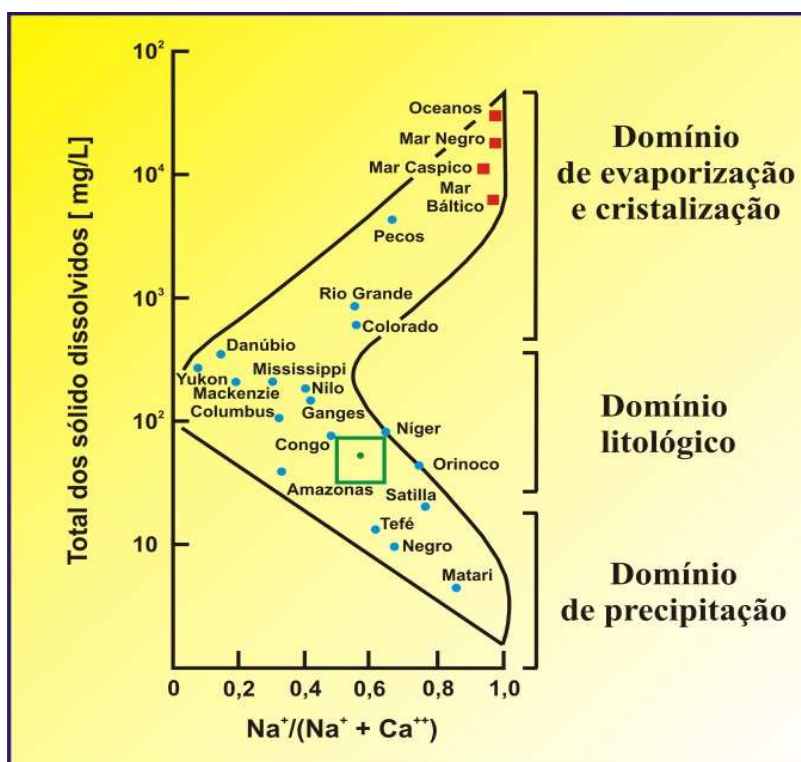


Figura 2 – Diagrama Bumerang com a classificação, em verde, do Rio Oratórios comparada com outros rios de regiões tropicais.

Os principais mecanismos naturais que interferem na química das águas superficiais do mundo são:

- A precipitação atmosférica, tanto na composição quanto na quantidade;
- Domínio litológico, intemperismo das rochas;
- A evaporação e a cristalização fracionada.

Assim, foi proposto por BERNER & BERNER (1987) um diagrama na forma de um bumerangue, plotando-se a concentração de Sódio Na, dividido pela concentração de dois cátions principais nas águas superficiais do mundo, Ca^{++} e Na^+ , como na formula, concentração

Na/(Na+Ca), eixo X, versus total de sólidos dissolvidos STD, eixo Y. Os rios são posicionados nos três cantos do bumerangue que representam as áreas dominadas por cada um dos três mecanismos, ou em áreas intermediárias, onde mais de um mecanismo influencia sua composição.

Sendo assim, conforme os dados obtidos no rio e ilustrado na figura 2, pode-se constatar que Rio Oratórios é controlado principalmente pelo seu ambiente litológico. Sendo importante então entender a correlação que possa existir entre as possíveis poluições encontradas, com a litologia local.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – Temperatura

Amostras X Temperatura (° C)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	22,2	22,3	22,1	20,8	23,4	23,6	26,3	24,6	25,9	24,9	22,6	23,7	22
2º Campo	21,4	21,2	22,1	20,8	24,3	24,7	27,2	25,8	26,8	27,7	24,5	26,7	23,5

A temperatura é um fator que influencia a grande maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na água como. Uma elevação da temperatura diminui a solubilidade dos gases, como do oxigênio dissolvido, além de aumentar a taxa de transferência dos mesmos, o que leva a geração do mau cheiro, no caso da liberação de compostos com odores desagradáveis. Os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferencial em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo. As variações de temperatura fazem parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical (IGAM, 2008).

4.2 – Turbidez

Amostras X Turbidez (UNT)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	63,4	24,1	61,9	18,27	60,2	8,38	40,2	25	40	12,04	5,6	10,98	6,79
2º Campo	26,5	25,7	37,9	14,72	72,2	28,4	47,59	10,38	30,7	25,9	11,74	7,6	13,18

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. A turbidez tem como origem natural a presença de matéria em suspensão como partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos e como fonte antropogênica os despejos domésticos, industriais e a erosão. A alta turbidez reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e 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, 2008).

O limite de turbidez estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 é de até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) para as águas doces de classe 1 e de até 100UNT para as águas de classe 2.

Para análise de turbidez, todos os pontos estavam de acordo com o limite de turbidez de até 100 unidades nefelométrica de turbidez (UNT).

4.3 – Condutividade elétrica

Amostras X Condutividade Elétrica (μScm^{-1})													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	88,7	68,6	97,12	33,15	93,19	57,53	75,49	56,09	69,66	67,04	56,82	119,9	52,82
2º Campo	114,5	83,6	227	34,38	162,9	51,5	69,89	76,8	71,57	70,5	59,77	54,55	50,52

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions e pela temperatura. As principais fontes dos sais de origem antropogênica contidos nas águas são: descargas industriais de sais, consumo de sal nas residências e no comércio, excreções de sais pelo homem e por animais. A condutância específica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (IGAM, 2008).

Os valores de condutividade encontrados na bacia do Rio Oratórios foram de moderados a altos podendo ser utilizados como um critério para caracterizar índices de poluição (BARRETO, 1999), uma vez que, superou $100 \mu\text{Scm}^{-1}$ em alguns pontos, altos valores podem ser indicio da influencia pela intervenção antrópica (efluentes industriais e esgotos domésticos), as quais aumentam o conteúdo mineral (BRIGANTE *et. al.*, 2003).

4.4 – Sólidos totais dissolvidos: STD

Amostras X Sólidos totais dissolvidos (mg/L)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	55,12	44,86	64,15	21,67	60,95	37,56	49,16	36,68	45,5	43,51	44,2	79,3	34,45
2º Campo	73,29	53,48	147,5	22,16	104,2	33,09	44,53	48,93	45,61	44,93	38,25	37,73	32,33

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos de água. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu

tamanho e características químicas. Os sólidos em suspensão, contidos em uma amostra de água, apresentam, em função do método analítico escolhido, características diferentes e, conseqüentemente, têm designações distintas (IGAM, 2008).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece como valor limite para os STD 500mg/L para as águas de classe 1, 2 e 3. Assim para sólidos totais dissolvidos – STD todos os pontos analisados estavam dentro do valor limite para os STD de até 500mg/l.

4.5 – Parâmetro biológico: coliformes termotolerantes

Amostras FLRO	1º campo		2º campo		3º campo	
	Coliformes Totais	Coliformes termotolerantes	Coliformes totais	Coliforme termotolerantes	Coliformes Totais	Coliformes termotolerantes
1.	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6
2.	>2419,6	201,4	>2419,6	1119,9	686,7	579,4
3.	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	2419,6
4.	>2419,6	>2419,6	>2419,6	2419,6	1986,3	1299,7
5.	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	1732,9
6.	>2419,6	1553,1	>2419,6	613,1	770,1	214,3
7.	372,4	25,6	>2419,6	980,4	>2419,6	>2419,6
8.	>2419,6	1119,9	>2419,6	1732,9	816,4	686,7
9.	>2419,6	>2419,6	>2419,6	1203,3	770,1	613,1
10.	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	920,8	920,8
11.	>2419,6	920,8	>2419,6	360,9	579,4	365,4
12.	>2419,6	>2419,6	222,4	105,0	488,4	387,3
13.	>2419,6	>2419,6	266,7	111,2	613,1	613,1

Um dos maiores interesses mundiais em se verificar o grau de pureza de uma água está na associação entre água contaminada e transmissão de doenças infecciosas, principalmente para os seres humanos. Sabe-se que uma série de doenças podem ser veiculadas pela água (AGUILA *et al*, 2000). A maioria dessas doenças são causadas por patógenos de origem fecal, conhecidos como patógenos entéricos. Para a verificação da qualidade de uma água, usam-se freqüentemente como indicadores os coliformes termotolerantes, representados pela espécie *E. coli* (NOGUEIRA *et al.*, 2003). Quando esses microrganismos estão presentes na água indicam a presença de contaminação fecal recente e, possivelmente, a presença de patógenos entéricos. Isto é devido ao fato da referida espécie ser naturalmente encontrada nas fezes de todos os animais de sangue quente, inclusive no homem (DAVIS, 1979).

Duas importantes Resoluções que tratam a respeito do nível de coliformes termotolerantes permitidos para as águas doces, a CONAMA 357/05 e a CONAMA 274/00. Quando se trata de água doce para o uso de recreação para contato primário, deverão ser observados os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA Nº. 274, de 2000 e, para os demais usos, deverão ser observados os limites previstos na Resolução CONAMA nº357 de 2005.

Para o índice de coliformes termotolerantes, deve-se respeitar o limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros.

4.6 – Ferro (Fe)

Amostras X Ferro (µg/L)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	330	259	133	113	178	254	465	258	252	291	333	358	321
2º Campo	353	218	283	129	551	578	823	496	693	555	210	535	179
3º Campo	681	598	178	624	305	535	359	364	573	444	674	565	923

A origem natural do ferro nas águas é resultado da dissolução de compostos do solo (VON SPERLING, 2005). Na crosta terrestre as rochas ígneas ou magmáticas, podem ser consideradas como fontes naturais de ferro por terem em sua composição minerais como olivina, magnetita e biotita, dentre outros. O ferro é essencial ao sistema bioquímico das águas. Em altos teores, afeta a cor e a dureza tornando a água inadequada para o consumo doméstico e industrial (IGAM, 2006).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 o limite de concentração para as águas doces de classe 1 é de 0,3mg/l e para as de classe 2 e 3 é de 5mg/l. Assim o parâmetro de Ferro (Fe) respeitou em todos os pontos o limite de concentração para as águas doces de classe 2 de 5mg/l.

4.7 – Alumínio (Al)

Amostras X Alumínio (µg/L)													
Amostras	FLR O 1	FLR O 2	FLR O 3	FLR O 4	FLR O 5	FLR O 6	FLR O 7	FLR O 8	FLR O 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	23,4	< LQ	15,5	< LQ	15,3	13,3	< LQ	< LQ	12,2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
2º Campo	49,6	<LQ	11,5	<LQ	93,4	53,9	<LQ	<LQ	28,8	30,4	6,60	11,5	<LQ
3º Campo	443	275	<LQ	355	9,48	262	<LQ	141	242	97,5	35,1	84,4	43,0

O alumínio é o terceiro maior elemento em ordem de abundância na crosta terrestre. Ocorre em minerais, rochas e argilas. A sua vasta distribuição está ligada ao fato de o alumínio estar presente em quase todas as águas naturais, sob a forma de sais solúveis, colóides ou componentes insolúveis (GREENBERG *et al.*, 1992). Porém o alumínio encontrado nas águas doces possui solubilidade extremamente baixa. Muitas vezes tem nestes casos a forma de $Al(OH)_3$. O alumínio se torna solúvel para condições de pH menor do que 4,2 e maior do que 8, sendo esses valores, geralmente não usuais, encontrados nas drenagens superficiais (CARVALHO, 1995).

Para o alumínio, foi estabelecida a concentração limite de 0,1mg/l para as águas doces de classe 1 e 2 e 0,2mg/l para as de classe 3, pela Resolução CONAMA 357/05.

O Alumínio (Al) em diversos pontos, no 3º campo, ultrapassou o limite estabelecido de 100µg/L para as águas doces de classe 2.

4.8 – Bário (Ba)

Amostras X Bário (µg/L)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	18,0	35,6	26,0	18,4	24,5	16,6	35,6	24,5	18,9	17,7	21,1	16,9	22,6
2º Campo	15,3	25,8	19,4	18,1	20,2	16,7	21,7	30,5	15,5	21,6	23,9	12,5	21,7
3º Campo	27,1	25,7	41,4	30,7	21,1	35,0	38,8	31,5	26,9	21,6	23,5	20,8	27,0

O bário pode ocorrer naturalmente na água, na forma de carbonatos em algumas fontes minerais. Em geral, ocorre nas águas naturais em concentrações muito baixas, de 7.10^{-4} a 0,9mg/l (IGAM, 2007). Ele é capaz de causar bloqueio nervoso e – mesmo em doses pequenas ou moderadas – vaso constrição, com aumento da pressão sanguínea (SANTOS, 1997). Para o bário, foi estabelecida a concentração limite de 0,7mg/l para as águas doces de classe 1 e 2 e 1,0mg/l para as de classe 3, pela Resolução CONAMA 357/05. Assim o Bário (Ba) respeitou em todos os pontos o limite estabelecido de 0,7mg/l para águas doces de classe 2.

4.9 – Manganês (Mn)

Amostras X Manganês (µg/L)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	10,6	578	27,5	222	50,1	12,3	841	54,2	28,6	118	38,5	104,8	91,2
2º Campo	13,5	206	41,9	256	67,1	30,9	420	73,1	33,4	175	8,63	19,8	13,0
3º Campo	8,15	21,1	847	38,9	382	47,6	711	32,0	40,7	106	71,7	169	167

O manganês assemelha-se ao ferro quimicamente, sendo menos abundante que o mesmo, consequentemente, sua presença nas águas naturais é menos comum e sua concentração, em geral, é muito menor que a do ferro. Este elemento desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação Mn^{+2} (forma mais solúvel) e Mn^{+4} (forma menos solúvel).

A presença excessiva do manganês afeta o sabor da água, provoca o tingimento em instalações sanitárias e em roupas após lavagem e depósitos em sistemas de distribuição de águas. O manganês também afeta pela doença denominada manganismo – a exposição a este metal pode interagir com o processo de envelhecimento, levando indivíduos mais velhos a um maior risco de desenvolverem uma síndrome semelhante à doença de Parkinson (IGAM, 2006). Para o manganês, foi estabelecida a concentração limite de 0,1mg/l para as águas doces de classe 1 e 2 e 0,5mg/l para as de classe 3, pela Resolução CONAMA 357/05.

O Manganês (Mn) ultrapassou o limite de 0,1mg/l para as águas doces de classe 2, em diversos pontos, durante todas as coletas de campo.

4.10 – Cobre (Cu)

Amostras X Cobre (µg/L)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5,86	6,84	< LQ	< LQ
2º Campo	< LQ	< LQ	8,80	< LQ	6,16	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
3º Campo	4,77	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	4,25	4,59	< LQ

O cobre ocorre geralmente nas águas, naturalmente, em concentrações inferiores a 0,02mg/l. O cobre em pequenas quantidades é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue humano. As fontes de cobre para o meio ambiente são as mais variáveis. Elas incluem, por exemplo, corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos e uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos. Ocorrem também escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicidas e agroquímicos no tratamento de solos. Outras fontes são efluentes, e precipitação atmosférica de fontes industriais. Já no homem a principal via de entrada é pela dieta alimentar, incluindo tanto bebidas como comidas. Entre 40% e 70% do cobre ingerido via oral é retido, sendo o restante eliminado pela bile, fezes e urina. O cobre acumula-se nos organismos aquáticos (NAVAS- PEREIRA *et. al.*, 1985).

A Resolução CONAMA 357/05 determina que a concentração de Cu não deverá ultrapassar o valor limite de 0,009mg/l para as águas doces de classe 1 e 2 e 0,013mg/l para as águas doce de classe 3.

O Cobre (Cu) variou entre abaixo do limite de quantificação ate 0,0088mg/l, respeitando assim em todos os pontos o limite estabelecido que não deveria passar o valor de 0,009mg/l para as águas doce classe 2.

4.11 – Fósforo (P)

Amostras X Fosforo (mg/L)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	< LQ	< LQ	0,171	< LQ	0,0919	0,101	< LQ	< LQ	0,106	0,183	< LQ	< LQ	< LQ
2º Campo	0,182	< LQ	0,228	< LQ	0,324	< LQ	< LQ	< LQ	0,110	0,185	< LQ	< LQ	< LQ
3º Campo	< LQ	< LQ	< LQ	0,228	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ

O fósforo é um nutriente essencial para os organismos vivos e existe nos corpos de água nas formas dissolvida e particulada. Geralmente é o fator limitante da produtividade primária e

incrementos artificiais nas concentrações podem indicar poluição, sendo a principal causa da eutrofização dos corpos de água. As fontes naturais de fósforo são principalmente as rochas (intemperismo) e a decomposição da matéria orgânica. Águas residuárias domésticas (particularmente contendo detergentes), efluentes industriais e fertilizantes (escoamento superficial) contribuem para a elevação dos níveis de fósforo nas águas superficiais (ESTEVES, 1988).

A Resolução CONAMA 357/05 fixa os valores para o fósforo total para as águas doces de ambientes lóticos classe 1 e 2 em até 0,025mg/l e para as águas doces de classe 3 em até 0,15mg/l.

O Fósforo (P) ultrapassou o limite de 0,025mg/l, permitido pela resolução CONAMA 357/05. para águas doces de classe 2, em diversos pontos.

4.12 – Zinco (Zn)

Amostras X Zinco (µg/L)													
Amostras	FLRO 1	FLRO 2	FLRO 3	FLRO 4	FLRO 5	FLRO 6	FLRO 7	FLRO 8	FLRO 9	FLRO 10	FLRO 11	FLRO 12	FLRO 13
1º Campo	4,13	5,64	4,10	< LQ	3,48	< LQ	4,87	< LQ	< LQ	< LQ	6,54	11,7	7,44
2º Campo	<LQ	<LQ	6,61	<LQ	13,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	5,42	<LQ	<LQ	<LQ
3º Campo	<LQ	<LQ	<LQ	3,87	6,21	<LQ	<LQ	<LQ	4,67	<LQ	<LQ	4,85	9,19

O zinco é considerado como um dos elementos essenciais à saúde humana, mas dependendo da concentração pode chegar a ser tóxico (NAVAS-PEREIRA *et al.*, 1985). A presença de zinco é comum nas águas naturais. Em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de <0,001 a 0,10mg/l. É largamente utilizado na indústria e pode entrar no meio ambiente através de processos naturais e antropogênicos.

A Resolução CONAMA 357/005 fixa os seguintes limites máximos para o zinco total: 0,18mg/l para as águas doces classe 1 e 2 e 5mg/l para as águas doces classe 3.

O Zinco (Zn) variou abaixo do limite de quantificação ate 0,0137mg/l, respeitando assim em todos os pontos o limite máximo estabelecido para zinco que é 0,18mg/l para águas doces classe 2.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constataram-se diversas irregularidades nos parâmetros de qualidade do Rio Oratório, conforme dados apresentados nesse trabalho. Esta consideração se dá ao levar em conta a resolução CONAMA 357/2005 bem como o enquadramento do rio na classe 2. Assevera-se assim que o Rio Oratórios é impróprio para uso direto e, portanto necessita-se de tratamento adequado para tal.

Apesar da litologia do local favorecer a quantidade elevada de metais na água, com base nas observações feitas nos locais de coleta e nos resultados encontrados nas análises, percebe-se que a poluição da água na bacia tem grande influência antrópica.

A implementação de um plano de uso dos recursos hídricos, torna-se importante para melhor aproveitamento da bacia, estabelecendo quais serão os usos prioritários nesta região, pois como observado neste trabalho, o Rio Oratórios é utilizado tanto para o abastecimento público, como para recepção de efluentes. Através do plano será possível também exigir um tratamento mais eficiente, mantendo o Rio Oratórios sempre num nível de qualidade aceitável. O que permitirá que todos possam ser atendidos pela bacia sem causar danos ao meio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

AGUDO, E.G. (Coord). (1987). *Guia de coleta e preservação de amostra de água*. CETESB, São Paulo-SP, 150 p.

AGUILA, P. S.. ROQUE O. C. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. (2000) *Avaliação da Qualidade de Água para Abastecimento Público do Município de Nova Iguaçu*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 16(3): pp. 791-798.

ALMEIDA R.C. (2000) *Memórias do rio Monjolinho – O Processo De Urbanização E Os Impactos Sobre Os Recursos Hídricos*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, 119p.

AMM – ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE MUNICIPIOS. (2012) Cidades. Disponível em www.portalamm.org.br/. Acessado em 25 de fevereiro de 2012.

ASSIS, C. (1996) “Os limites da biosfera” in *Ecologia: A Qualidade De Vida*. Org. por SALUM, C.A.L SESC. 2º Ed. São Paulo- SP.

BARRETO, A. S. (1999). *Estudo da distribuição de metais em ambientes lótico, com ênfase na assimilação das comunidades biológicas e a sua quantificação no sedimento e na água*. Tese: Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 274p.

BENEVIDES, V.F.S., BEEKMAN, G.B. (1995) “Aspectos De Sustentabilidade E Vulnerabilidade Dos Recursos Hídricos” in *Anais Simpósio Brasileiro Recursos Hídricos*, Recife, Nov.1995, 1, pp

BERNER, E.K., BERNER, R.A. (1987) *The global water cycle: geochemistry and environment*. Englewood Cliffs: Prentice-hall, 397p.

BRASIL. Agencia Nacional de Águas (2006). *A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil*. Brasília. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 30 abr 2011.

BRASIL. Agencia Nacional de Águas (2004). *Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF - Nº 17, Qualidade das águas*. Brasília-DF.

BRIGANTE, J. et. al. (2003) “*Praquicidas nos sedimentos dos rios Mogi-Guaçu*” in *Limnologia fluvial. Um estudo no rio Mogi-Guaçu* Org. por BRIGANTE, J. ESPÍNDOLA, E. L. G. São Carlos, pp. 121-128.

CARVALHO, I. G. (1995) *Fundamentos da química dos processos exógenos*. 2 ed. Salvador: Ed. Bureau Gráfica. 296p.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº. 274 de 29 de novembro de 2000.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº. 357 de 17 de março de 2005.

CRUZ, L.V. (2002) *Avaliação geoquímica ambiental da estação ecológica do Tripuí e adjacências, Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG*. Dissertação: Mestrado. Departamento de Geologia/Universidade Federal de Ouro Preto, 147p.

DAVIS, B.D.; DULBECCO, R.; EISEN, H.N.; GINSBERG, H.S. & WOOD Jr., W.B. (1979) *Microbiologia de Davis – Infecções Bacterianas e Micóticas*; Vol. 3. 2a Ed. Harper & Row do Brasil. São Paulo-SP.

DERÍSIO, J. C (2000). *Introdução Ao Controle De Poluição Ambiental*. 1 ed. São Paulo: CETESB, 201p.

FELDMANN, F. (1992) *Guia Da Ecologia: Para Entender E Viver Melhor A Relação Homem-Natureza*. São Paulo, Editora Abril. 320p.

FREITAS, Gobierno de Chile; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2001). *“Gestão de recursos hídricos no Brasil: a experiência da Agência Nacional de Águas”* in Água, Vida y Desarrollo. Santiago de Chile. Out. 2001. pp.1-10.

FUKUZAWA, C.M. (2008) *Influência Da Litologia Nas Águas E Sedimentos Do Rio Piranga – Formador Do Rio Doce*. Dissertação: Mestrado. Programa de Pós-Graduação Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 105p.

GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L.S.; EATON A.D. (Ed.). (1992). *Standard methods for the examination or water and wastewater*. 18 ed. Washington: American Public Health Association.

GIBBS, R. J. (1970) *Mechanism cotrolling world water chemistry*. Science. V170, p. 1088 -1090.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2007) *Contagem de População 2007*. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/população>>. Acessado em 25 de fevereiro de 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS - IGAM. (2006) *Aperfeiçoamento do Monitoramento da Qualidade das Águas da Bacia do Alto Curso do Rio das Velhas*. SEMAD. Unidade de Coordenação Estadual, Belo Horizonte.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. (2007) *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce e dos Planos de Ações de Recursos Hídricos para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce*. Item 4.6 – Poluição Industrial. CONSÓRCIO ECOPLAN – LUME. Disponível em <<http://www.pirhdoce.com.br/diagnostico/4.6.pdf>>. Acessado 25 de março de 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. (2007) *Projeto Águas de Minas. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais na Bacia do Rio Doce em 2006*. Relatório Anual. Belo Horizonte.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. (2008) *Projeto Águas de Minas. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais na Bacia do Rio Doce em 2007*. Relatório Anual. Belo Horizonte.

LACERDA, F.M. (2010) *Caracterização Da Bacia Hidrográfica Do Rio Piranga: Elaboração De Um Banco De Dados Como Instrumento De Gestão Ambiental*. Monografia: Graduação. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. 177p.

LEONARDO, H.C.L. (2003) *Indicadores de Qualidade de solo e Água para a avaliação do uso Sustentável da Microbacia Hidrográfica do Rio Passo CUE, Região Oeste do Estado do Paraná*. Dissertação: Mestrado. Piracicaba. ESALQ.

MEYBECK, M.; HELMER, R. (1992) “An introduction to water quality” in . *Water quality assessment*. Org. por CHAPMAN, D. Cambridge: University Press.

MINAS GERAIS. (S/D) Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Agências de Bacia*. Belo Horizonte, MG, IGAM. Disponível em <<http://www.igam.mg.gov.br/agencia>>. Acesso em: 30 abr 2011.

NAVAS-PEREIRA, D.; PÁDUA, H. B.; EYSINK, G. G. J. (1985) “Níveis de contaminação por metais pesados e pesticidas na água, sedimento e peixes da Represa de Barra Bonita” in *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, out 18-23. São Paulo: CETESB. p21

NOGUEIRA, G., NAKAMURA, C. V., TOGNIM, M. C. B., et al. (2003) *Qualidade Microbiológica de Água Potável de Comunidades Urbanas e Rurais do Paraná*. Rev. Saúde Pública, abr., vol.37.

PARRA, R. R. (2006) *Análise geoquímica de água e de sedimento afetados por minerações na bacia hidrográfica do Rio Conceição, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Brasil*. Dissertação: Mestrado. Departamento de Geologia. Universidade Federal de Ouro Preto. 113 p.

PARRA, R.R., ROESER, H.M.P., LEITE, M.G.P. NALINI JR., H.A. GUIMARÃES, A.T.A., PEREIRA, J.C., FRIESE, K . (2007): *Influência Antrópica na Geoquímica de Água e Sedimentos do Rio Conceição, Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil Geochimica Brasiliensis*, p.036 – 049.

ROCHA, G. P.; MONTEIRO, M. I. C.; CARNEIRO, M. C. (2007) *Determinação de metais-traço por ICP-OES em amostras de minério*. I Jornada do Programa de Capacitação Interna – CETEM.

SANTOS, A. C. (1997) “Noções de Hidrogeoquímica” in *Hidrogeologia conceitos e aplicações* Org. por : FEITOSA, F. A. C ; MANOEL FILHO, J.. Fortaleza: CPRM. p. 81-108.

SETTI, A.A.; LIMA, J.E.F.W. (2001) *Introdução Ao Gerenciamento Dos Recursos Hídricos*. Brasília. ANEEL-ANA.

VON SPERLING, M. (2005) *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3º ed. Editora UFMG, Belo Horizonte, 452p.