

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA RECREAÇÃO DE CONTATO PRIMÁRIO NA BACIA DO ALTO RIO DAS VELHAS - MG

AVALIAÇÃO OF RECREATIONAL WATER QUALITY OF PRIMARY CONTACT IN THE DAS VELHAS RIVER BASIN HIGH, MINAS GERAIS - BRAZIL

Frederico Wagner de Azevedo Lopes
Doutorando em Geografia - IGC/UFMG
fwalopes@gmail.com

Antônio Pereira Magalhães Jr
Professor Adjunto - IGC/UFMG
magalhaesufmg@yahoo.com.br

RESUMO

O uso recreacional das águas, associado ao desenvolvimento da atividade turística, tem apresentado crescimento em diversos pontos da bacia do Rio das Velhas, destacando-se a presença de inúmeras cachoeiras em seu alto curso. No entanto, nota-se uma carência de estudos e programas de monitoramento que avaliem as condições de balneabilidade, o que pode proporcionar o contato de banhistas com águas contaminadas por efluentes domésticos e industriais. Desta forma, foram identificados os principais balneários da bacia, os quais foram avaliados e classificados com base nos resultados de análises de *E.coli*, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000. Dentre os balneários investigados, apenas a Cachoeira SAMSA apresentou-se sistematicamente imprópria para o banho, enquanto na estação chuvosa, outros balneários apresentaram condições impróprias para o uso recreacional das águas.

Palavras Chaves: qualidade da água; balneabilidade; Alto Rio das Velhas.

ABSTRACT

The recreational water use, associated with to the development of tourism activity, has growing up in many points of Rio das Velhas basin, standing out several waterfalls in its high course. However, there are a shortage studies and monitoring programs to assess the conditions of balneability, which can provide the contact of the bathers with water contaminated by domestic and industrial effluents. This way, were identified the main recreational areas of the basin, that were evaluated and classified based on the *E.coli* results, according the Resolution CONAMA 274/2000. Among the investigated areas, only the SAMSA waterfall was improper for bath, while in the rain season, other recreational areas presented conditions unsuitable for the recreational water use.

Key-words: Water quality; Recreational water quality; Velhas River high course.

INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos hídricos para fins de recreação tem apresentado crescente importância social e econômica ao longo dos últimos anos, devido, especialmente à busca pelo desenvolvimento de atividades de lazer em contato com o meio natural, de forma a contrapor o modo de vida em ambiente urbanizado.

Recebido em:10/11/2010
Aceito para publicação em:30/11/2010

O estado de Minas Gerais, por possuir um relevo acidentado e vasta riqueza de recursos hídricos, oferece condições propícias para a prática de atividades de recreação que envolvam o contato primário com as águas de rios, cachoeiras, represas e lagoas (BARRETO, 2003). No entanto, a prática de tais atividades demanda requisitos específicos de qualidade da água, ou seja, águas que atendam às condições de balneabilidade.

O uso da água para fins de recreação pode ser classificado de acordo com o tipo de contato entre o usuário e as águas. O contato primário refere-se a atividades como a natação, surfe, esqui-aquático e mergulho, nos quais há possibilidade de ingestão de quantidades significativas de água. Já o contato secundário associa-se a atividades de pesca e navegação, em que a possibilidade de ingestão de volume apreciável de água é baixa (CETESB, 2003).

O contato primário, ou direto, impõe condições mais restritivas à qualidade da água, devido ao risco oferecido à saúde humana pela exposição direta e prolongada a organismos patogênicos, metais pesados e óleos e graxas (BENETTI & BIDONE, 2001).

Na bacia do Rio das Velhas, de acordo com Camargos (2005), o uso recreacional das águas, associado ao desenvolvimento da atividade turística, tem apresentado crescimento em diversos locais, destacando-se a presença de diversas cachoeiras bastante utilizadas para a prática de atividades de lazer relacionadas ao contato primário com as águas.

Apesar da crescente utilização das águas para fins recreacionais, nota-se uma carência de estudos e programas de monitoramento que avaliem as condições de balneabilidade, especialmente em balneários de águas doces, o que proporciona o contato de banhistas com águas contaminadas por efluentes domésticos e industriais.

A contaminação das águas recreacionais pode ser gerada por fontes poluidoras, como efluentes domésticos, agrícolas e industriais, sendo o primeiro o principal fator responsável por enfermidades advindas do contato com a água. Além destas fontes usuais de poluição, outra forma de degradação refere-se à poluição por material fecal advindo dos próprios banhistas e vazamentos de combustível de embarcações, que são gerados durante a prática de determinadas atividades recreativas (REES et al., 2000).

As doenças relacionadas à contaminação proveniente do banho, geralmente, requerem tratamentos simples ou nenhum, e não possuem efeitos de longo prazo na saúde humana, sendo que o tratamento, normalmente, apresenta resposta rápida. Apesar de as doenças mais comuns em banhistas serem a gastroenterite e as infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta, em locais contaminados, há o risco dos banhistas de se infectarem com doenças consideradas mais graves, tais como disenteria, cólera, hepatite A e febre tifóide (CETESB, 2003).

A incidência de doenças gastrointestinais é significamente maior em banhistas que entram em contato com águas cuja densidade de coliformes é superior a 2.300NMP/100ml (STEVENSON, 1953), e de 2.700 NMP/100ml conforme Krishnaswami (1971). Embora estes valores tenham sido criticados, os mesmos serviram como base para a determinação dos limites estabelecidos pelas principais agências de regulação ambiental no mundo (CCME, 1992).

No entanto, alguns balneários apresentam concentrações de coliformes termotolerantes muito superiores a tais valores, devido especialmente à poluição advinda da pecuária, e de esgotos domésticos, conforme apontam os trabalhos de Esteves (1998), Vasconcelos *et al.* (2006); e Lopes *et al.* (2008).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivos identificar as principais áreas onde há o uso recreacional das águas na bacia do Alto Rio das Velhas, avaliar as condições de balneabilidade dos locais investigados, bem como identificar as eventuais fontes de poluição nos balneários cujos resultados não atendam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 274 de 2000.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Rio das Velhas localiza-se na porção central do estado de Minas Gerais, com uma área de 27.867,2 km², sendo a extensão de seu curso principal de 761 km, em direção aproximada SE-NW. Fazem parte dessa bacia 51 municípios que compreendem cerca de 4,3 milhões de habitantes. O Rio das Velhas nasce no município de Ouro Preto e percorre o trecho central do estado de Minas Gerais até desaguar no rio São Francisco, em Barra do Guaiçuí, distrito de Várzea da Palma. Esta bacia possui uma divisão política administrativa, de acordo com seus cursos alto, médio e baixo (COBRAPE, 2001).

A delimitação da bacia do Alto Rio das Velhas considerou a classificação adotada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM.

Neste trecho, o Rio das Velhas atravessa os municípios de Ouro Preto, Itabirito, Rio Acima, Nova Lima, Raposos e Sabará. O curso fluvial situa-se, portanto, estrategicamente a montante de Belo Horizonte, uma das maiores capitais do país e com uma forte concentração de pressões antrópicas (Figura 1).

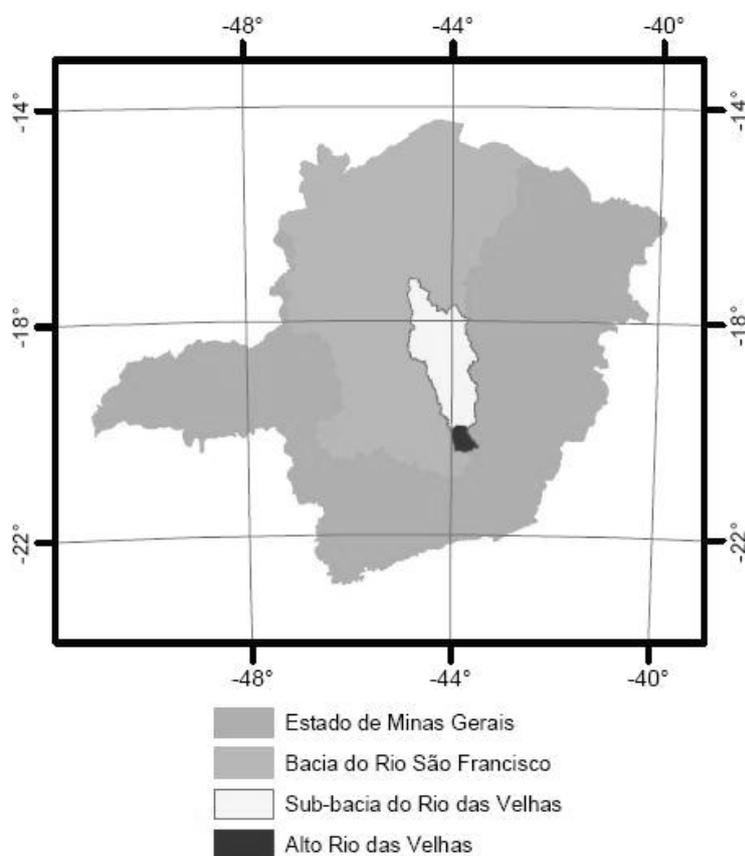


Figura 1: Localização da bacia do alto Rio das Velhas em relação ao estado de Minas Gerais. Fonte: Adaptado (IGAM, 2004)

O Alto Vale do Rio das Velhas situa-se no Domínio do Quadrilátero Ferrífero, trecho ao norte de Belo Horizonte. Este domínio é limitado por serras sustentadas por rochas resistentes do Supergrupo Minas (quartzitos e itabiritos) que concentram uma quantidade significativa de nascentes de cursos d'água. Por outro lado, o Quadrilátero é marcado pela ocorrência marcante de jazidas minerais (principalmente minério de ferro), cuja intensa extração há décadas vem impactando e pressionando a qualidade ambiental da bacia do Rio das Velhas.

Em linhas gerais, o Quadrilátero Ferrífero constitui-se do embasamento cristalino (rochas graníticas, gnáissicas e migmatíticas), sobre o qual se assenta uma seqüência arqueana tipo "greenstone belt" (Supergrupo Rio das Velhas), bem como duas seqüências proterozóicas metassedimentares (Supergrupo Minas e Itacolomi) (ALKMIM & MARSHAK, 1998).

A alta bacia do Rio das Velhas apresenta período seco de quatro a cinco meses (maio a setembro), enquanto no resto da bacia são três os meses mais secos (junho, julho e agosto). Ocorrem precipitações máximas totais mensais acima de 900 mm, o que representa três vezes mais do que a média do mês mais chuvoso de toda a bacia. A temperatura média anual é de 18°C e umidade relativa do ar apresenta valores médios da ordem de 75%, ocorrendo as maiores médias entre os meses de novembro a abril, enquanto as menores ocorrem entre os meses de julho a setembro (CAMARGOS, 2005).

A área estudada está inserida em uma região de transição entre dois grandes domínios morfoclimáticos neotropicais: o Cerrado e a Mata Atlântica, apresentando grande diversidade e complexidade estrutural de ambientes e tipos fitofisionômicos, com destaque para as matas de galeria, florestas semidecíduais, candeiais, cerrado, campos de altitude (IEF, 2005).

De acordo com Camargos (2005), as classes de solo predominantes na bacia são os Cambissolos, Neossolos litólicos, e o Latossolos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a identificação das áreas de uso recreacional das águas na bacia do Alto Rio das Velhas a serem estudadas no projeto, foram realizadas consultas a centros de informações turísticas, agências de turismo, prefeituras, e diversas fontes de divulgação de roteiros turísticos, o que possibilitou levantar, de forma generalizada, os principais balneários por município.

A partir do levantamento preliminar dos atrativos naturais com utilização recreacional, iniciou-se a realização de trabalhos de campo, buscando averiguar a real utilização do balneário, por meio de consultas a comunidade local, além de verificar as condições de acesso de banhistas e da equipe de pesquisa ao local. Os locais selecionados foram identificados com GPS e registros fotográficos.

A avaliação das condições de balneabilidade foi realizada de acordo com as normas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. De acordo com a referida resolução, as condições de balneabilidade das águas doces no Brasil são avaliadas em categorias, definidas de acordo com os teores de coliformes termotolerantes ou *E. coli*. No entanto, conforme estudos epidemiológicos, esta apresentou relação mais significativa entre a incidência de doenças e o uso recreacional das águas (CABELLI et al., 1982; DUFOUR, 1984; WADE et al., 2003; WIEDENMANN et al., 2006).

Desta forma, as amostras para a análise de *E.coli*/100ml foram coletadas à isóbata de 1 (um) metro, a 15 (quinze) centímetros de profundidade, nas áreas de banho onde

houvesse a maior concentração de banhistas no corpo d'água, com a utilização de recipientes esterilizados, e posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Análise de Água do Departamento de Farmácia/UFMG, onde as amostras foram analisadas conforme metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater- APHA/AWWA/WEF*, de 1998.

As coletas ocorreram nos períodos de maior afluência turística, em finais de semana e feriados, com frequência semanal, em um total de 5 (cinco) campanhas de amostragem por balneário, conforme estipulado pela referida resolução. Esse conjunto de 5 (cinco) campanhas foi realizado em duas estações distintas (Seca e Chuvosa), no intuito de se avaliar a contribuição de fontes difusas de poluição nas respectivas bacias de drenagem, e seu impacto nas condições de balneabilidade. Nestas duas estações, também foram realizadas análises de turbidez utilizando-se um turbidímetro microprocessado, no intuito de se verificar indiretamente a variação do escoamento superficial em períodos climáticos distintos.

Desta forma as amostragens relativas à estação seca corresponderam aos dias 20/07/2008, 27/07/2008, 03/08/2008, 10/08/2008 e 17/08/2008, enquanto na estação chuvosa foram realizadas nos dias 19/10/2008, 26/10/2008, 02/11/2008, 09/11/2008 e 16/11/2008.

Ao término das análises laboratoriais, foi feito o mapeamento da localização e da classificação das condições de balneabilidade das áreas de uso recreacional na bacia, baseado nos resultados das análises bacteriológicas e nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação das condições de balneabilidade de determinado balneário deve considerar os resultados da série de cinco amostragens realizadas, conforme estipulado pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000, onde a categoria de balneabilidade é atribuída caso 80% ou mais de um conjunto de cinco amostras atenda os limites da classe correspondente.

Desta forma, a classificação das condições de balneabilidade no período relativo à estação seca (20/07/08 a 17/08/08), para os balneários da bacia do alto rio das Velhas, está representada na figura 2.

Conforme pode ser observado nos resultados apresentados, a maior parte dos balneários apresentou baixos níveis de *E.coli* durante as cinco semanas consecutivas de monitoramento na estação seca. À exceção foi a Cachoeira SAMSA, em Rio Acima, cujos resultados demonstram altos níveis de contaminação por material fecal em todas as amostragens, retratando os lançamentos de efluentes domésticos a montante. Este fato está associado à presença de diversas moradias às margens do Córrego Viana que não possuem sistema de coleta de esgotos adequado.

No entanto, durante o monitoramento realizado no período chuvoso (19/10/08 a 16/11/08), outros balneários apresentaram níveis de *E.coli* nas águas, que conferiram condições de balneabilidade impróprias em algumas das semanas avaliadas (Figura 3).

Nesta classificação referente ao período chuvoso (19/10/08 a 16/11/08), as condições de balneabilidade apresentaram-se impróprias nos seguintes balneários: Barragem Raposos; Poço Azulão; Cachoeira SAMSA; Cachoeira do Índio; e Cachoeira das Andorinhas.

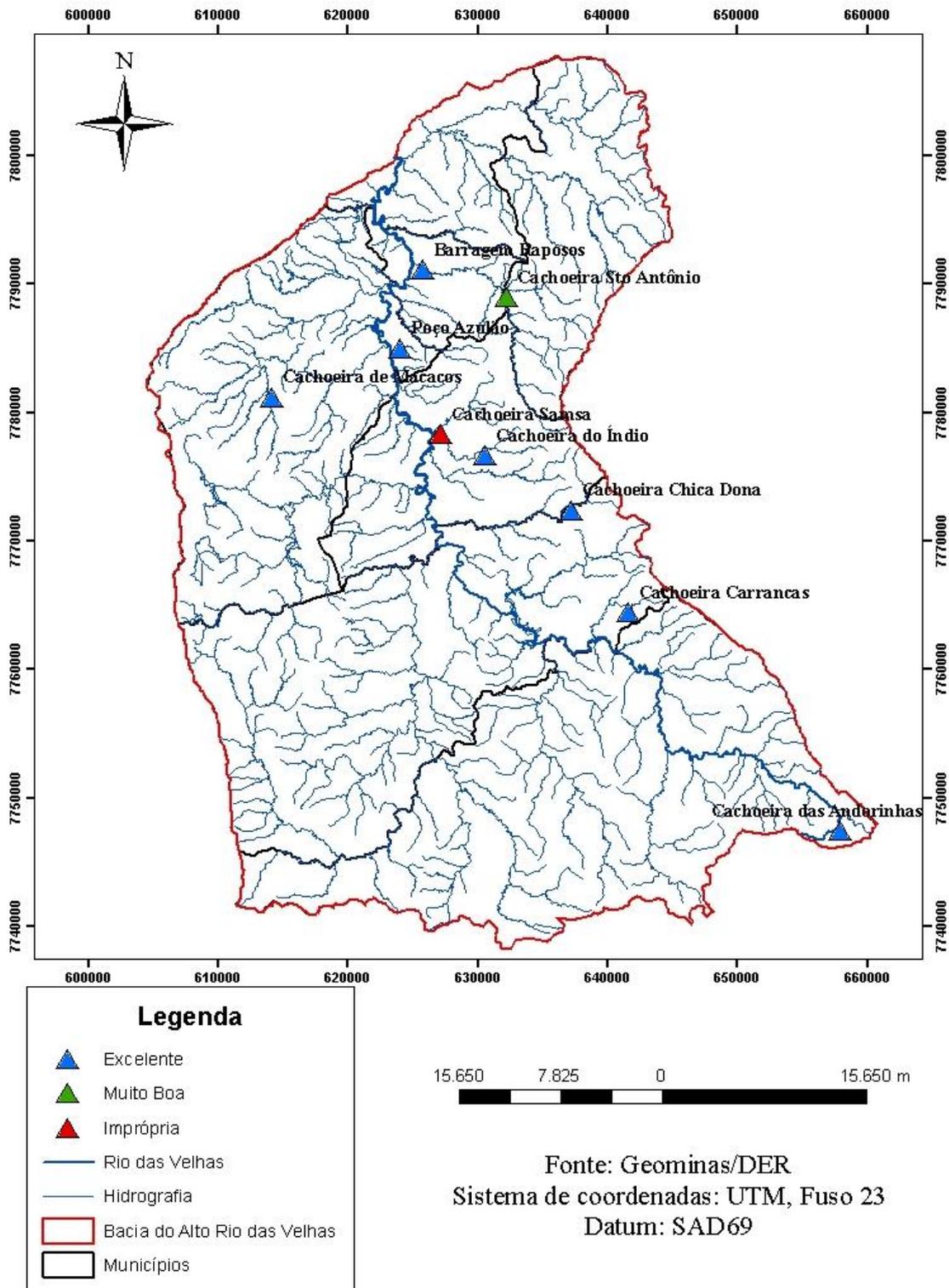


Figura 2 - Classificação de balneabilidade no período 20/07/08 a
17/08/08 - Estação seca

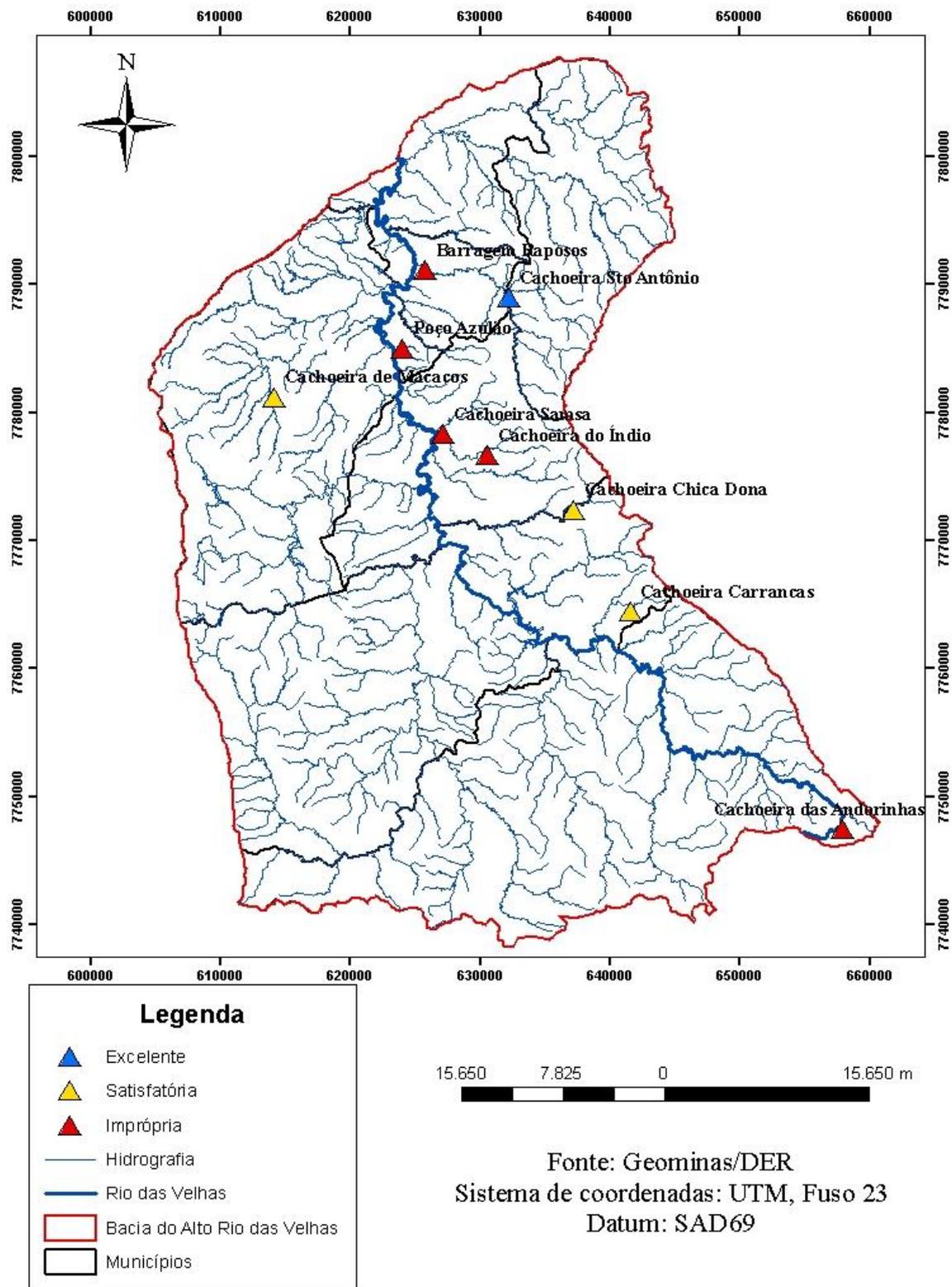


Figura 3: Classificação de balneabilidade no período 19/10/08 a 16/11/08 - Estação chuvosa.

Apesar da redução da qualidade nas condições de balneabilidade em relação à estação seca em quase todos os balneários avaliados, a Cachoeira de Santo Antonio, em Caeté, apresentou melhor classificação em relação à estação seca, possivelmente relacionada à impossibilidade de acesso ao local de coleta em duas campanhas de amostragem, sendo a classificação baseada em três campanhas de amostragem.

De acordo com a WHO (2003), durante as estações chuvosas, há um aumento da densidade de bactérias nas águas, tendo em vista o maior carregamento de material fecal por meio do escoamento superficial em áreas rurais e urbanas, além de galerias pluviais e córregos, comprometendo, dessa maneira, a qualidade das águas nos balneários. Além disso, em cidades de veraneio, o aumento da população flutuante pode aumentar a emissão de efluentes domésticos para os cursos d' água.

Os resultados observados para a Barragem de Raposos (Figura 4) excederam o limite de 800 (NMP/100ml), conforme estipulado pela Resolução CONAMA no 274 de 2000, em apenas duas amostragens que corresponderam à estação chuvosa. Nestas oportunidades, as coletas foram realizadas sob chuva no local, o que pode ter contribuído para o maior carregamento de material fecal animal para o Ribeirão da Prata, tendo em vista a presença de eqüinos no entorno.

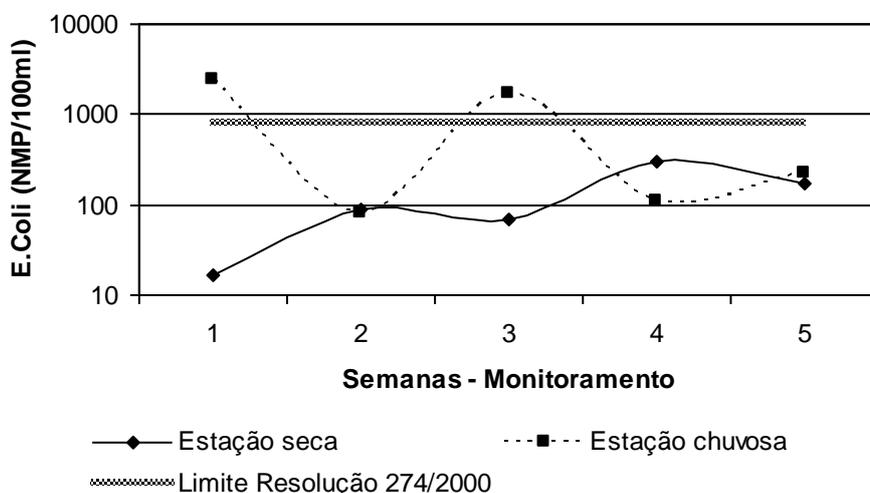


Figura 1: Barragem de Raposos, Ribeirão da Prata - Raposos/MG

Já para a Cachoeira de Santo Antônio (Figura 5), localizada no Ribeirão da Prata, à montante da Barragem de Raposos, em apenas uma amostragem foi excedido o limite. Assim como observado no balneário de Raposos, esta amostragem foi realizada sob influência de chuva. No entanto, os resultados da Cachoeira de Santo Antônio apontam para uma qualidade satisfatória de condições de balneabilidade em ambas as estações climáticas.

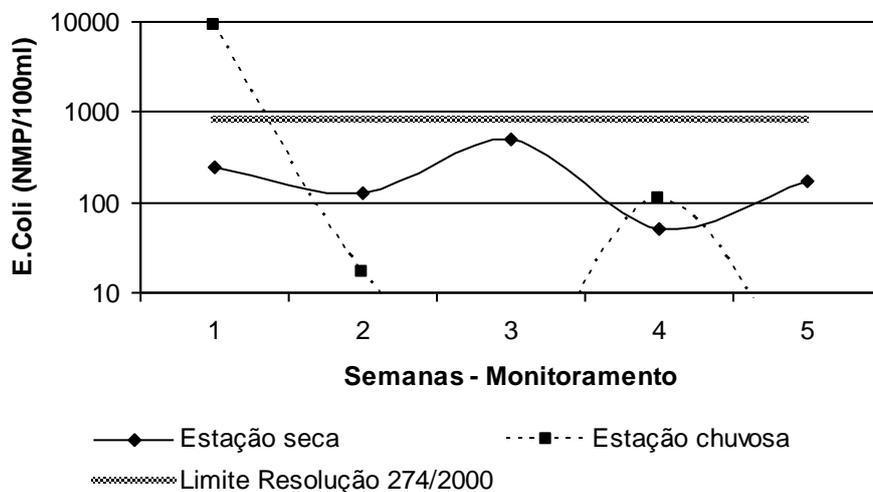


Figura 2: Cachoeira Santo Antônio, Ribeirão da Prata - Caeté/MG

As condições de balneabilidade apresentam uma variação significativa no Poço Azulão, em Nova Lima (Figura 6). Durante a estação seca, os níveis de *E.coli* monitorados sempre apresentaram valores muito baixos, conferindo uma classificação como excelente em todas as cinco amostragens realizadas neste período. Entretanto, no período chuvoso houve uma significativa deterioração da qualidade das águas do Córrego da Luzia Mota, possivelmente relacionada ao desenvolvimento da atividade pecuária na bacia, onde não foi verificada nenhuma fonte de lançamento de despejos humanos sobre os corpos d'água.

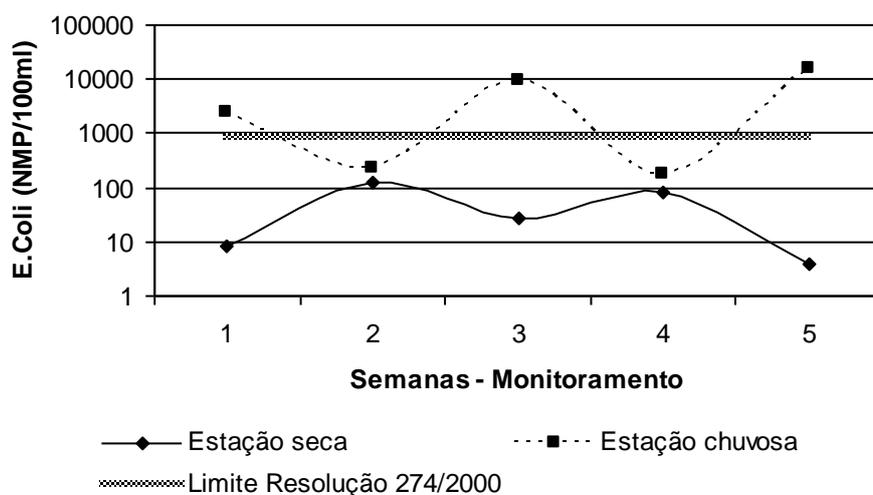


Figura 6: Poço Azulão, Córrego Luzia Mota - Nova Lima/MG

A Cachoeira SAMSA, em Rio Acima, apresentou condições impróprias de balneabilidade nas duas estações climáticas, sendo que em apenas uma amostragem o resultado não excedeu os limites legais, conforme pode ser observado na figura 7.

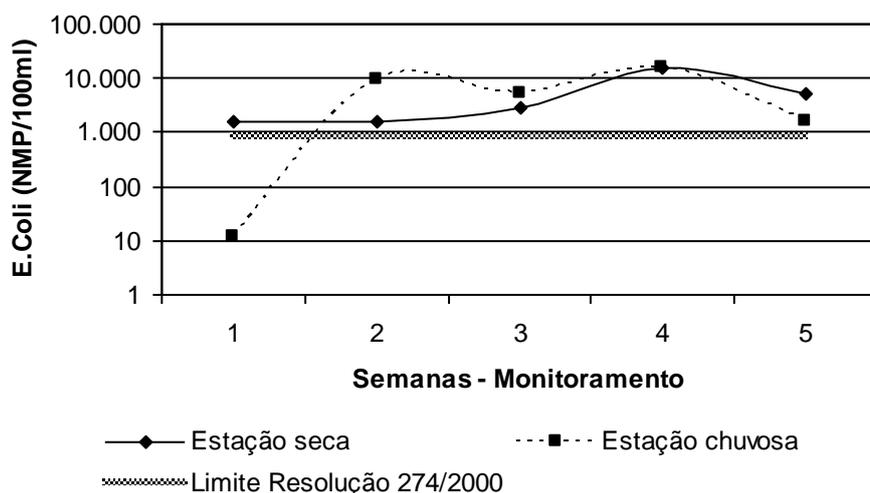


Figura 7: Cachoeira SAMSA, Córrego dos Viana - Rio Acima/MG

Esta amostragem cujo resultado apresentou grande discrepância em relação aos demais, pode ter sido influenciada por algum problema na conservação da amostra, tendo em vista o lançamento de efluentes domésticos sobre o Córrego Viana, a montante da cachoeira.

Já na Cachoeira do Índio (Figura 8), balneário localizado no Córrego Viana a montante da Cachoeira SAMSA, apresentou condições impróprias para o banho em apenas duas amostragens realizadas em período chuvoso, sendo que os resultados obtidos durante o período seco conferiram ao balneário, condições excelentes de balneabilidade.

Desta forma, o incremento das concentrações de material fecal decorrente do escoamento superficial pode estar relacionado à presença de bovinos na bacia de drenagem.

No entanto, na cachoeira Chica Dona, em Itabirito, os resultados sempre estiveram em conformidade com o limite estabelecido pela legislação, mesmo durante as amostragens realizadas no período chuvoso (Figura 9).

Este resultado reflete as condições de uso do solo à montante, já que não há aglomerações urbanas e ocorre atividade agropecuária incipiente.

Assim como observado para a Cachoeira Chica Dona, os resultados referentes à Cachoeira Carrancas, em Itabirito, apresentaram baixos níveis de contaminação microbiológica das águas, destacando-se os resultados das amostragens no período seco, que caracterizaram o balneário como excelente para a balneabilidade neste período (Figura 10).

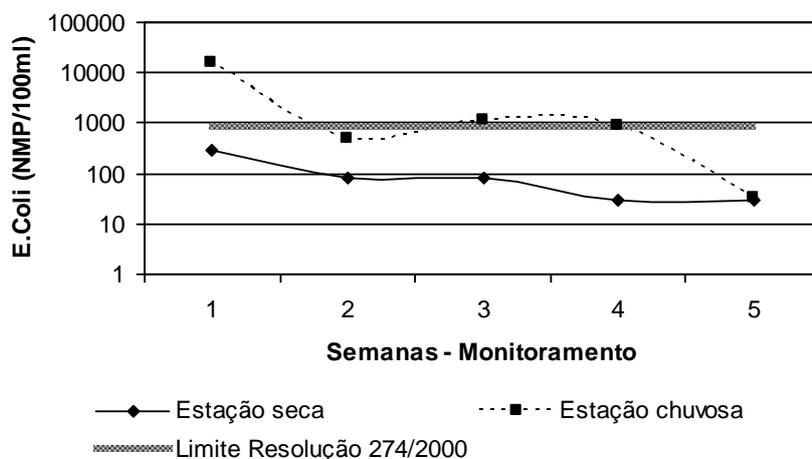


Figura 8: Cachoeira do Índio, Córrego dos Viana - Rio Acima/MG

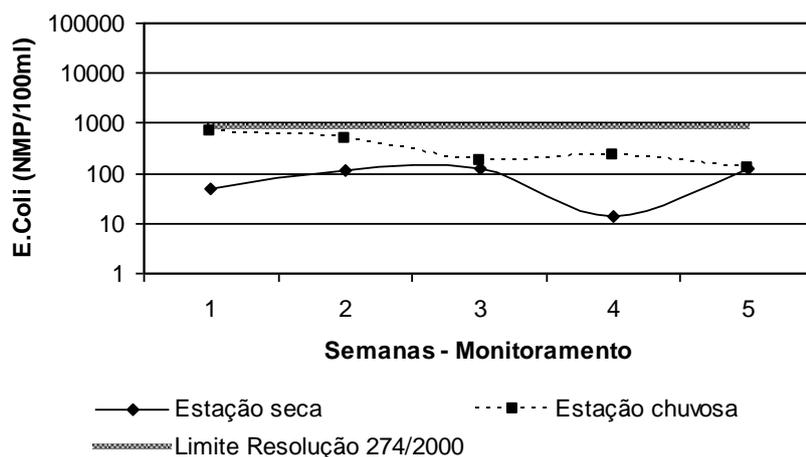


Figura 9: Cachoeira Chica Dona, Córrego Palmital - Itabirito/MG

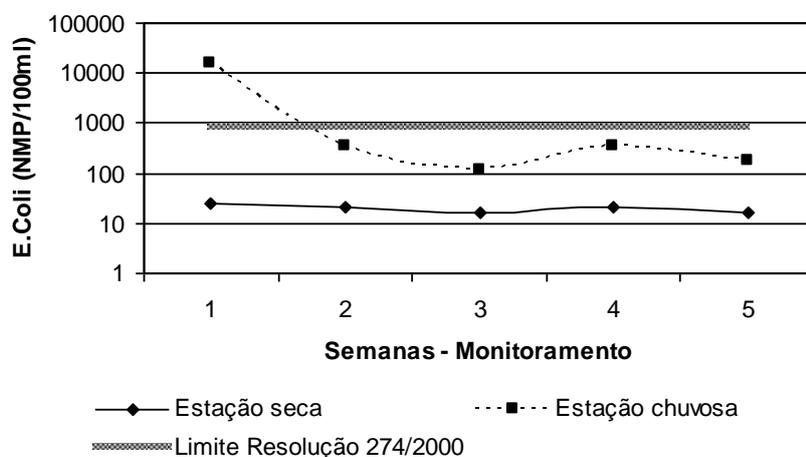


Figura 10: Cachoeira Carrancas, Córrego da Serra - Itabirito/MG

Nesse caso, apenas o resultado da amostragem referente à primeira semana de monitoramento da estação chuvosa excedeu o limite de 800 NMP/100ml. Isto possivelmente está relacionado à chuva durante a coleta, que contribuiu para o carreamento do material fecal de bovinos presentes na bacia de drenagem a montante.

A Cachoeira das Andorinhas, em Ouro Preto, apresentou aumento nas concentrações de *E.coli* das águas durante as amostragens realizadas no período chuvoso (figura 11). Esse aumento possivelmente está associado à presença de bovinos e eqüinos, que proporcionam a geração de material fecal passível de ser carreado pelo escoamento superficial.

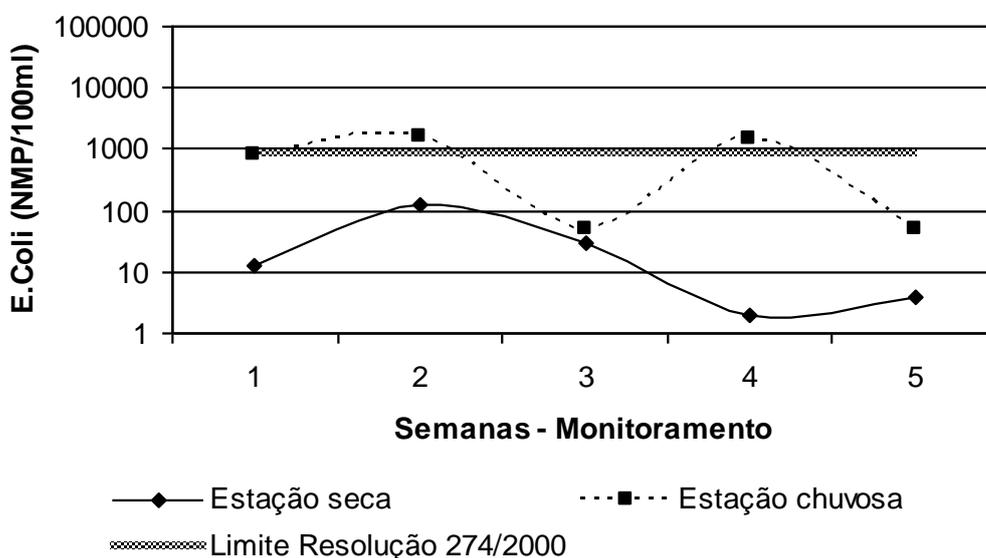


Figura 11: Cachoeira das Andorinhas, Rio das Velhas - Ouro Preto/MG

Mesmo com a presença de área urbana de Ouro Preto próxima às cabeceiras de drenagem do rio das Velhas, sua contribuição para a contaminação microbiológica das águas não se apresentou significativa, haja vista a baixa concentração de material fecal durante o período seco.

No balneário Cachoeira de Macacos, em Nova Lima, por sua vez, apesar de ser um dos mais degradados pela atividade turística, os resultados das análises microbiológicas sempre apresentaram-se satisfatórios aos requisitos de balneabilidade, independentemente do período climático vigente (figura 12).

Tal resultado aponta que, apesar da degradação e transtorno gerados pelo desenvolvimento da atividade turística no balneário, a mesma não contribui significativamente para a deterioração da qualidade das águas no que se refere à *E. Coli*. Além disso, o uso do solo a montante, com a ausência da atividade pecuária favorece os baixos níveis de *E. coli* averiguados.

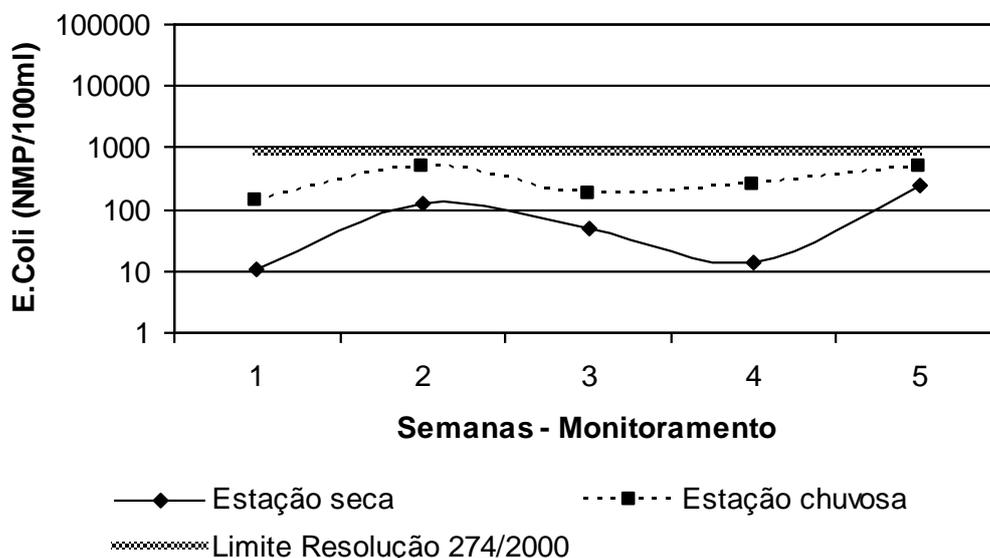


Figura 12: Cachoeira de Macacos, Córrego Marumbé - Nova Lima/MG

Conforme os resultados apresentados, a influência do escoamento superficial durante o período chuvoso acarretou na redução da qualidade das águas nos balneários investigados, e por conseqüência, conferindo em alguns casos, condições impróprias ao banho.

A influência do escoamento superficial no carreamento de sedimentos e material fecal para os corpos d'água pode ser avaliada através da análise de turbidez das águas, que também pode ser utilizado como um indicador de erosão em bacias hidrográficas.

O escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água, sendo que a presença de coliformes nas amostras de água de mananciais, segundo Amaral *et al.* (2003), tem relação direta com a presença de chuva, devido ao carreamento de excrementos humanos e animais. Tal situação foi verificada em balneários avaliados por Lopes *et al.* (2008) e Vasconcelos *et al.* (2006).

Desta forma, para os balneários investigados no presente estudo, foram avaliados os níveis de turbidez das águas nas duas estações climáticas monitoradas, sendo os resultados das duas amostragens apresentados a seguir, na figura 13.

Conforme apresentado, os valores de turbidez averiguados sempre apresentaram-se bem superiores durante a estação chuvosa, devido ao maior escoamento superficial. A exceção correspondeu a Cachoeira das Andorinhas, onde durante a coleta da estação seca, o elevado número de banhistas no leito do curso d'água aumentou o material em suspensão em função do maior revolvimento do material de fundo. A elevação dos teores de turbidez nas águas utilizadas para recreação de contato primário em períodos de chuvas, decorrentes do maior escoamento superficial, também foi observada por Lopes *et al.* (2008), no balneário Cachoeira da Fumaça, em Carrancas-MG.

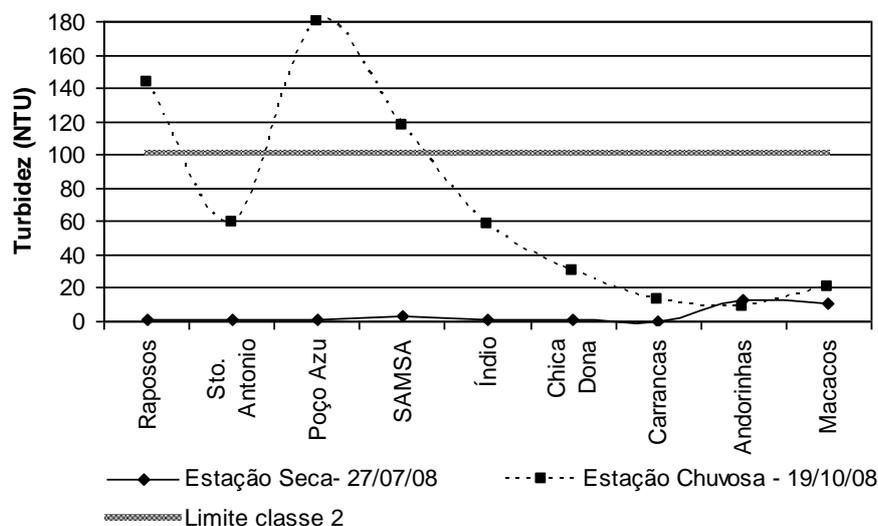


Figura13: Resultados das análises de turbidez para os balneários investigados no alto rio das Velhas

A variação dos níveis de turbidez entre os balneários investigados pode ser um reflexo da conservação do solo nas respectivas bacias hidrográficas, haja vista o papel da vegetação na proteção do solo contra os efeitos da erosão. Segundo Derisio (2007) e Libanio(2008), a turbidez nas águas pode ocorrer naturalmente, em função de processos erosivos, e artificialmente, devido ao lançamento de efluentes.

Apenas os balneários, Barragem de Raposos, Cachoeira SAMSA e Poço Azulão obtiveram resultados que excederam o limite de 100 NTU, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para águas de classe 2. Conforme a referida resolução, em bacias hidrográficas onde não foram aprovados o enquadramento de corpos d'água, os mesmos serão avaliados com base nos valores referentes à classe 2.

Elevados níveis de turbidez das águas de balneários podem afetar esteticamente sua utilização, haja vista a inferência que o banhista faz sobre a qualidade das águas, baseando-se em atributos visuais como a cor e a transparência da água, conforme verificado por Smith *et al.*(2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os balneários investigados, apenas a Cachoeira SAMSA, em Rio Acima, apresentou-se sistematicamente imprópria para o banho, especialmente em função do lançamento de efluentes domésticos sanitários a montante.

Entretanto, durante as amostragens realizadas na estação chuvosa, houve uma deterioração na qualidade microbiológica das águas nos balneários. A Barragem de Raposos, o Poço Azulão, a Cachoeira SAMSA, a Cachoeira do Índio, e a Cachoeira das Andorinhas foram classificados como impróprios nessa estação.

A carência de processos de monitoramento das condições de balneabilidade na área e de divulgação dos resultados, o que pode levar o contato dos frequentadores com águas de qualidade imprópria à utilização recreacional. Além disso, a atual metodologia adotada pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000 apresenta algumas limitações, já que está baseada na utilização de alguns organismos indicadores

(Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*) que não evidenciam a contaminação por patógenos. Além desse aspecto, a legislação não considera e/ou estabelece padrões para outros elementos estéticos e de segurança que possam comprometer a utilização recreacional das águas para fins de contato primário.

Deste modo, ressalta-se a necessidade de se aperfeiçoar a metodologia de avaliação das condições de balneabilidade através da inserção de novas variáveis e seus respectivos padrões, de forma a contribuir para a melhoria na avaliação e divulgação das condições de balneabilidade em águas doces, assegurando melhores condições de salubridade aos freqüentadores.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

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

ALKMIM, F. F. & MARSHAK, S. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research**, 90: 29–58p, 1998.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v.37, n.4, p.510-514, 2003.

BARRETO, H. N. **Recursos hídricos, turismo e meio ambiente: estudo comparativo de casos no Estado de Minas Gerais**. 2003. 182p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental)-Universidade Federal de Minas Gerais. IGC, Belo Horizonte, 2003.

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.

CABELLI VJ, DUFOUR, AP, McCabe LJ, Levin MA: Swimming-associated gastroenteritis and water quality. **Am J Epidemiol**; 115:606-616. 1982

CAMARGOS, L. M. M. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004**. Belo Horizonte. IGAM-CBH Velhas, 228p, 2005.

CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT- CCME. **Guidelines for Canadian Recreational Water Quality**. Ottawa, 100p., 1992.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS - COBRAPE. **Projeto marca d'água - Relatórios Preliminares- Bacia do Rio das Velhas – Brasília, 2001**. Disponível em: <http://www.marcadagua.org.br/velhas.pdf>. Acessado em 16/01/2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANAMENTO AMBIENTAL-CETESB. **Relatório de balneabilidade das praias paulistas 2002**. São Paulo: CETESB, 2003. 206p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 274/2000**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 20 set. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357/2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2008.

ESTEVES, F.A. Lagoa Imboassica: impactos antrópicos, propostas mitigadoras e sua importância para a pesquisa ecológica. In: ESTEVES, F.A. (Ed.). **Ecologia das lagoas costeiras do parque nacional da restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Macaé, RJ: NUPEM/UFRJ, 1998. 442p.

DERISIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 3ª. Ed. São Paulo: Signus, 191p, 2007.

DUFOUR, A.P. **Health effects criteria for fresh water recreational waters**. EPA, Cincinnati, OH. 84p. 1984.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF. **Relatório do Meio Biótico - Zoneamento Ecológico da Área de Proteção Ambiental Estadual Cachoeira das Andorinhas, Ouro Preto/Minas Gerais**. Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Biologia Animal / Departamento de Biologia Vegetal/ Instituto Estadual de Florestas -MG, 126p,2005.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Aperfeiçoamento do monitoramento da qualidade das águas da bacia do alto curso do rio das Velhas**. MMA/SEMAD-PNMAII, 147p, 2004.

KRISHNASWAMI, S. Health aspects of water quality. **Am. J. Public Hlth. Assoc**, n.61, p. 2259-2268, 1971.

LIBANIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2ª Ed., Campinas: Átomo, 444p., 2008.

LOPES, F.W.A; MAGALHAES JR; A.P.; PEREIRA, J.A. Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão de Carrancas-MG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.13, n.4, p -111-119, 2008

SMITH, D.G.; CROKER, G.F.; McFARLANE, K. Human perception of water appearance. Clarity and colour for bathing and aesthetics. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, Wellington**, v.29, p.29-43.1995.

STEVENSON, AH: Studies of bathing water quality and health. **Am J Public Health**, n. 43, p.529-538, 1953.

VASCONCELOS, F.C. da S.; IGANCI, J.R.V.; RIBEIRO, G.A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.2,p.177-182, 2006.

WHO-WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for safe recreational water environments - coastal and fresh waters**. Geneva, Switzerland, 2003. v.1, 253p.

WADE, T.J., PAI, N., EISENBERG, J.N.S., COLFORD, J.M.. U.S. Environmental Protection Agency water quality guidelines for recreational waters prevent gastrointestinal illness? A systematic review and meta-analysis. **Environmental Health Perspectives** 111(8): 1102-1109. 2003.

WIEDENMANN, A., KRUGER, P., DIETZ, K., LOPEZ-PILA, J.M., SZEWZYK, R., BOTZENHART, K. A randomized controlled trial assessing infectious disease risks from bathing in fresh recreational waters in relation to the concentration of *Escherichia coli*, intestinal *Enterococci*, *Clostridium perfringens*, and somatic coliphages. **Environmental Health Perspectives** 114(2): 228-236, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for safe recreational water environments - coastal and fresh waters**. Geneva, Switzerland, 2003. v.1, 253p.