

MONITORAMENTO SAZONAL DA QUALIDADE DA ÁGUA, NA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO ÁGUA LIMPA, EM SEU TRECHO AFETADO PELA MINERAÇÃO DE NÍQUEL, NO MUNICÍPIO DE PRATÁPOLIS, MINAS GERAIS.

Juan Pedro PIERONI¹, Karina Grisólia Rodrigues BRANCO², Irakli INACHVILI¹, Gilda Carneiro FERREIRA³

(1) Pós Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro. Av. 24A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900, Rio Claro (SP). Endereço eletrônico: pieronibio@hotmail.com; irakli.inachvili@gmail.com.

(2) Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba. Rodovia João Leme dos Santos km 110 – Bairro Itinga. CEP 18052-780, Sorocaba (SP). Endereço eletrônico: karina_grb@hotmail.com.

(3) Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro. Av. 24A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900, Rio Claro (SP). Endereço eletrônico: gildacf@rc.unesp.br.

Introdução
Objetivo
Área de Estudo
 Geologia regional
Materiais e Métodos
Resultados e Discussão
 Potencial hidrogeniônico (pH)
 Condutividade (CD) e sólidos totais dissolvidos (STD)
 Sólidos totais em suspensão (STS) e turbidez (TB)
 Oxigênio dissolvido (OD)
Conclusão
Referências Bibliográficas

RESUMO - Dentre os aspectos ambientais afetados pela atividade de mineração, os recursos hídricos estão entre os que sofrem maior interferência direta e indireta, seja pelo aporte pontual ou difuso de sedimentos ou demais efluentes. O presente estudo apresenta o monitoramento sazonal do Córrego Água Limpa em seu trecho afetado pela mineração de níquel. O objetivo central foi avaliar a alteração dos parâmetros de qualidade de água em função das variações sazonais que caracterizam a área de estudo. Os resultados obtidos foram analisados e comparados à legislação vigente para classificação do curso hídrico em relação aos parâmetros monitorados. A análise dos resultados comprovou a interferência das áreas de lavra e deposição de rejeitos na alteração da qualidade de água no trecho do córrego afetado pela mineração.

Palavras chave: mineração de níquel; monitoramento; parâmetros físico-químicos.

RESUMEN - Entre los aspectos ambientales afectados por la actividad minera, los recursos hídricos están entre los que sufren mayor impacto directo e indirecto, ya sea por el aporte puntual o difuso de sedimentos u otros efluentes. Este estudio presenta el monitoreo estacional del Arroyo Agua Limpa en su tramo afectado por la minería de níquel. El objetivo principal fue evaluar la alteración de los parámetros de calidad del agua en función de las variaciones estacionales que caracterizan el área de estudio. Los resultados obtenidos fueron analizados y comparados con la legislación vigente para la clasificación del cuerpo hídrico en relación con los parámetros monitoreados. El análisis de los resultados demostró el impacto de las zonas de extracción y de depósito de relaves sobre la alteración de la calidad del agua en el tramo del arroyo afectado por la minería.

Palabras clave: minería de níquel; monitoreo; parâmetros físico-químicos.

INTRODUÇÃO

O uso e ocupação do solo em uma dada área estão diretamente ligados ao contexto de degradação no qual ela se insere. Quando operadas de maneira inadequada, as intervenções antrópicas alteram a forma e intensidade dos processos erosivos naturais, pois, atuam direta e indiretamente nas características que condicionam tais processos, como a topografia, a cobertura vegetal o regime de escoamento e características físicas, químicas e biológicas do solo (FRITZSONS et al., 2003; SALGADO e MAGALHÃES

JÚNIOR, 2006; ASSUNÇÃO e CUNHA, 2009).

Em escala global, a água deve ser analisada como um recurso essencial ao uso humano que, apesar de renovável, necessita cada vez mais de um manejo criterioso para não se tornar escassa pela própria ação antropogênica (VITOUSEK et al., 1997).

As fontes que levam à degradação da qualidade da água podem ser classificadas em pontuais, que são aquelas caracterizadas pelos efluentes domésticos, industriais e de

mineração, e difusas, que são os resíduos provenientes da agricultura (fertilizantes, herbicidas entre outros) e o escoamento superficial urbano e rural (CETESB, 2009).

Diante disso, processos de erosão e assoreamento acentuados podem evidenciar a perda do equilíbrio natural em uma bacia hidrográfica, levando a alterações que irão refletir nos ambientes deposicionais, fluviais e na qualidade das águas (RAPOSO, 2010).

De acordo com Barbosa et al. (2003), na medida que a degradação se intensifica afetando a disponibilidade e comprometendo a qualidade da água dos corpos hídricos, o planejamento, monitoramento e gestão assumem uma importância cada vez maior na mitigação e compensação dos aspectos ambientais afetados, permitindo pontuar os focos de degradação e com isso intervir a curto prazo para o direcionamento e estabilização dos processos de recuperação.

A mineração é responsável por causar impactos diretos e indiretos de dimensões variáveis. Sua área de influência direta,

tratando-se da degradação pode ser considerada local, entretanto, sua área de influência indireta pode interferir em toda uma rede de drenagem ou bacia hidrográfica, o que imputa à atividade a obrigação legal de planejamento, monitoramento e manejo sustentável dos ambientes envolvidos e dos aspectos afetados.

Assim, são relevantes os monitoramentos que tratam especificamente da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos continentais, incluindo rios e lagos, abrangendo tecnicamente a coleta periódica associada à análise de dados e informações de qualidade da água para propósitos de efetivo gerenciamento dos ecossistemas aquáticos (MAROTTA, 2008).

Neste contexto, um programa de monitoramento pode ser definido como a tentativa de identificar mudanças nas variáveis bióticas e abióticas da água, de maneira a subsidiar o planejamento e gestão de projetos que tenham como objetivo conservar e viabilizar o uso futuro dos recursos hídricos existentes.

OBJETIVO

O presente estudo tem o propósito de avaliar as variações sazonais da qualidade da água na sub-bacia do Córrego Água Limpa em seu trecho afetado pela mineração de níquel. O objetivo central é identificar os principais pontos de alteração da água, fornecendo dados

que subsidiem o planejamento, gestão e monitoramento de medidas de recuperação e ou compensação ambiental voltadas à estabilização dos processos de degradação do curso hídrico impactado.

ÁREA DE ESTUDO

A mineração de níquel abordada neste estudo está localizada na porção nordeste da sub-bacia hidrográfica do Córrego Água Limpa. Tanto a mina quanto as áreas de armazenamento de rejeitos são interceptadas por um trecho do Córrego Água Limpa que é represado por três barragens de pequeno e médio porte que possuem a finalidade de fornecimento de água ao processo e demais dependências da empresa, mas principalmente de retenção dos sedimentos provenientes das áreas de solo exposto, mina e depósito de rejeitos.

A sub-bacia hidrográfica do Córrego Água Limpa é uma bacia de 5ª ordem de ramificação, com uma área de 23,3 km². Trata-

se de uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Rio Santana, que por sua vez deságua no Rio São João, bem próximo da Represa de Peixoto (Rio Grande). Esta sub-bacia hidrográfica está na área de gestão do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande GD7, região sudoeste do estado de Minas Gerais.

Dentre as atividades desenvolvidas na área da sub-bacia, destaca-se a mineração, que acarreta alterações ao curso hídrico adjacente e também poluição atmosférica, ocasionada pelo material particulado proveniente da mina a céu aberto. Do mesmo modo, as atividades agrícolas, pecuárias e de silvicultura são comuns na região e também importantes

contribuintes para os processos de degradação existentes na região. Entretanto, o escopo deste trabalho é avaliar apenas as alterações provocadas e ou acentuadas pelas atividades de mineração ao curso hídrico envolvido e, para isso, somente foi monitorado o trecho do Córrego Água Limpa afetado.

Geologia regional

A microbacia delimitada para esta área estudada encontra-se apresentada no mapa geológico regional (Figura 1), o qual compreende as seguintes unidades:

Campos Gerais (A3cg): litologicamente composta de tonalito, trondhjemito, migmatito,

granito, granodiorito, gndito, gnaise, rochas vulcânicas ultramáficas;

Fortaleza de Minas (A3fm): litologicamente composta de xisto, komatiíto, formações ferríferas bandadas (Bif's);

Fortaleza de Minas (A3fm_mu): litologicamente composta de quartzito e rochas metaultramáficas;

Araxá – Unidade A (Npaa): litologicamente composta de clorita xisto, muscovita biotita xisto, quartzito ferruginoso, grafita xisto, talco xisto, hornblenda gnaise, metacalcário, muscovita quartzito;

Araxá – Unidade A (Npaahxqt): litologicamente composta de hematita xisto e quartzito.

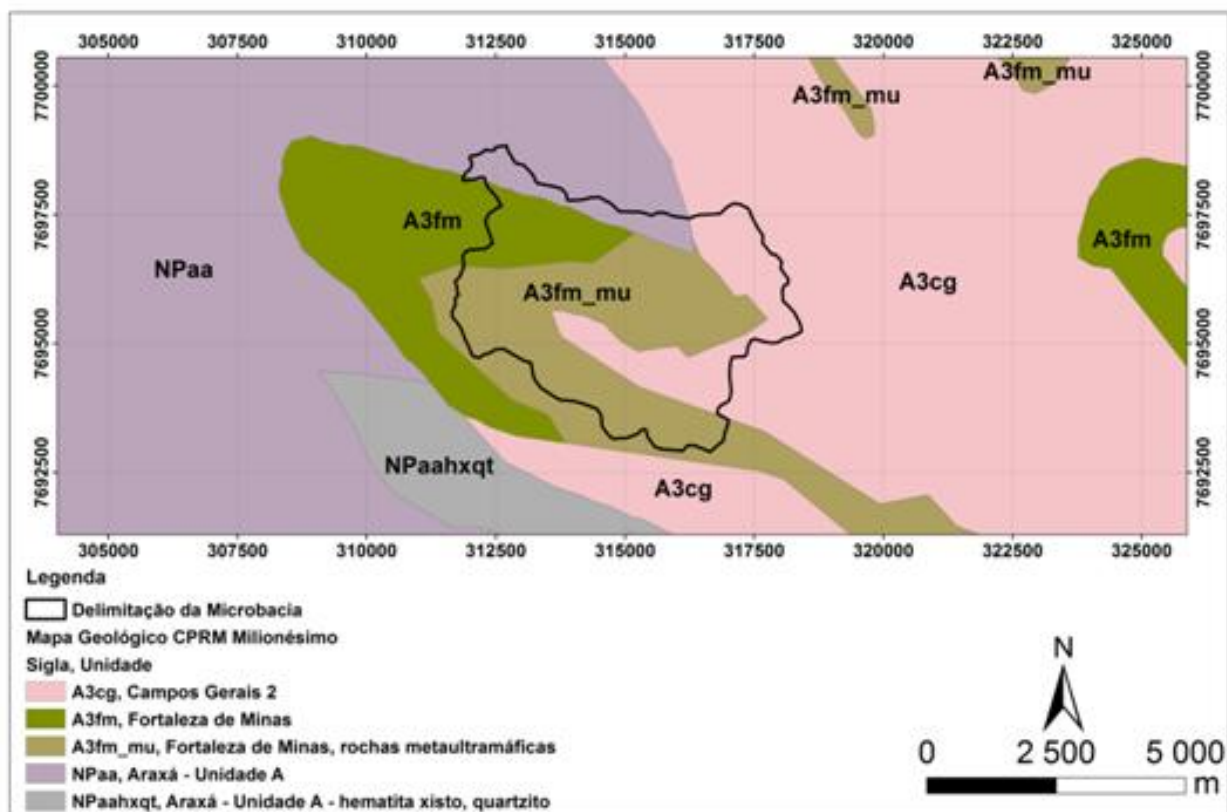


Figura 1. Mapa geológico com delimitação da microbacia.
Fonte: Modificada de CPRM, 2004.

MATERIAIS E METODOS

Segundo Almeida e Schwartzbold (2003), dois fatores relevantes interferem na qualidade da água de um rio: o espacial e o sazonal. O fator espacial está associado à localização geográfica dos usos impactantes como as áreas agrícolas, indústrias ou mineração. Já o fator sazonal está associado às variações de pluviosidade e vazão, que

interferem tanto em variáveis físico químicas quanto biológicas.

Para o desenvolvimento do presente estudo a metodologia aplicada foi dividida nas etapas de planejamento, levantamentos de campo, coleta das amostras de água, análises e quantificação dos parâmetros e análise e discussão dos resultados. Nas etapas de

planejamento e levantamentos de campo foram definidos e georeferenciados os pontos de monitoramento, com o auxílio de mapas temáticos, imagens de satélite e um GPS Garmin, modelo 62 SX. Foram definidos cinco pontos de coleta, sendo o 1º situado a montante da área de lavra e este tomado como ponto de

controle. Os demais pontos de monitoramento foram distribuídos ao longo do trecho do córrego que intercepta o empreendimento, sendo que o quinto e último ponto está situado na saída da barragem 3, caracterizando os limites da área do empreendimento (Figura 2).

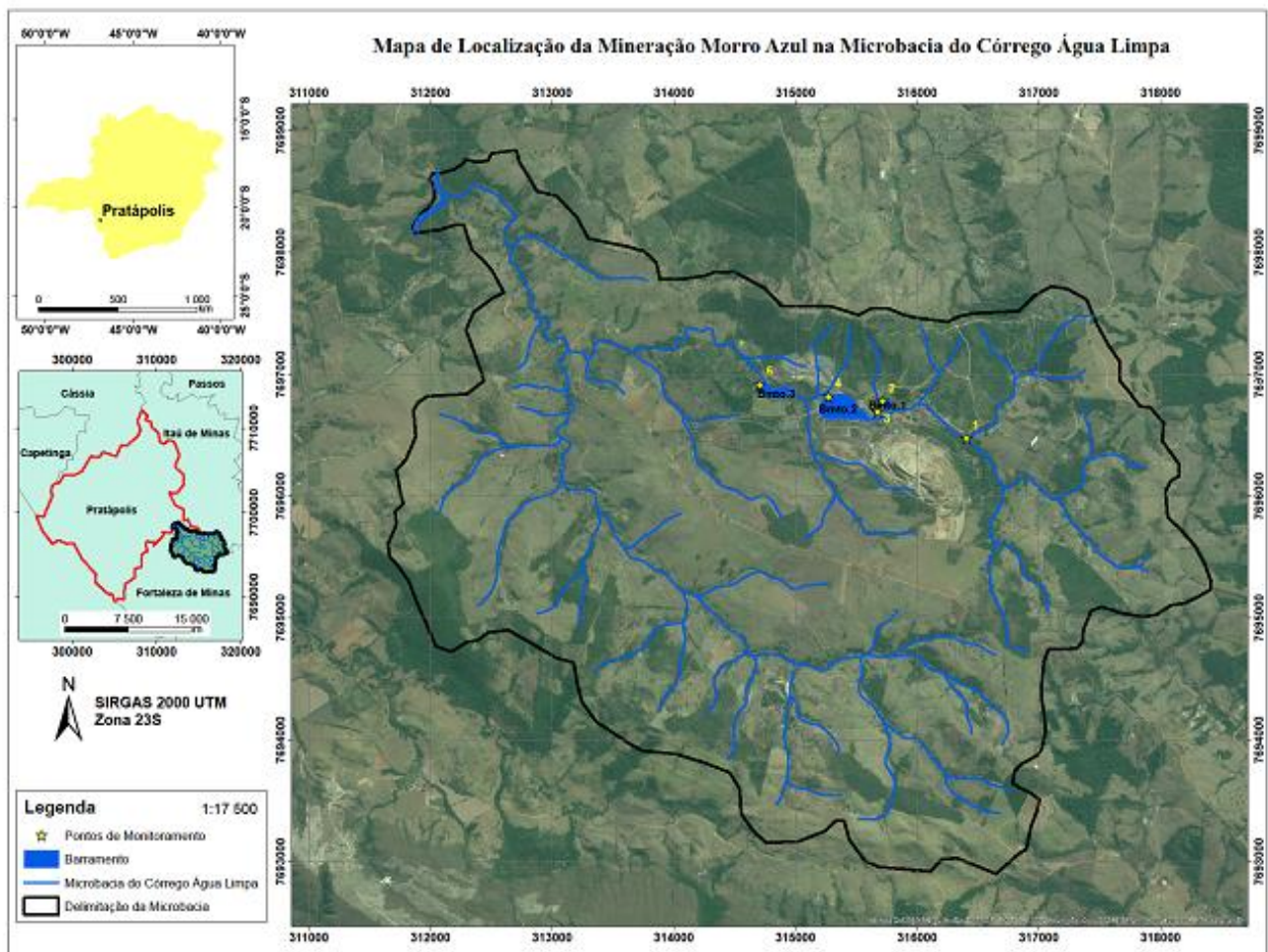


Figura 2. Localização e delimitação da sub-bacia hidrográfica do Córrego Água Limpa, situada no município de Pratápolis, Minas Gerais. A sub-bacia faz divisa ainda com os municípios de Itaipava de Minas ao Norte e Fortaleza de Minas ao Sul, ambas com acesso via MG 050. Podemos notar a nordeste da sub-bacia a mina a céu aberto, bem como o trecho do córrego afetado e ainda as barragens existentes e pontos de monitoramento.

Este critério foi adotado a fim de monitorar somente os efeitos da atividade de lavra sobre o curso d'água em questão, não avaliando as alterações provocadas pelas demais atividades desenvolvidas na área da sub-bacia. Ainda na etapa de planejamento, foram definidas a periodicidade e sazonalidade das amostragens, visto que a região de estudo é caracterizada como mesotérmica, representada por uma estação seca e uma chuvosa ao ano,

Cwa, segundo a classificação climática de Köppen.

De acordo com os dados climatológicos da região (Figura 3), os meses mais secos do ano são Junho, Julho e Agosto e, os mais chuvosos, Dezembro, Janeiro e Fevereiro. Considerando as variações sazonais das alterações ocorridas aos corpos hídricos, o monitoramento foi realizado durante seis meses, abrangendo os dois períodos.

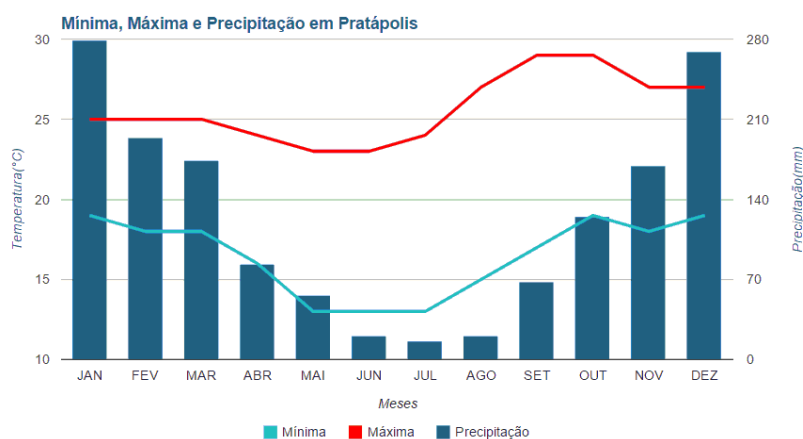


Figura 3. Médias de precipitação e temperaturas máxima e mínima dos últimos 30 anos.

Fonte: Climatempo/INMET/CFS/Interpolação

A partir dos aspectos observados nos levantamentos de campo, dados climatológicos da área de estudo e definição dos pontos de coleta, foram definidos os seguintes parâmetros físico-químicos para análise: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade (CD), sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez (TB), sólidos totais em suspensão (STS) e oxigênio dissolvido (OD).

O monitoramento teve início no mês de dezembro de 2012 e transcorreu até agosto de 2013, contemplando os três meses mais chuvosos e mais secos. As coletas foram realizadas uma vez por mês, uma amostra de 1000 ml por ponto de monitoramento. As amostras foram acondicionadas à 4°C e

encaminhadas no mesmo dia ao Laboratório de Análises Ambientais do Centro de Estudos Ambientais (CEA), da UNESP - *Campus* de Rio Claro, para a obtenção dos dados. A análise e discussão se deram a partir da média e desvio padrão dos dados quantificados e, ainda, pelos coeficientes de correlação entre os parâmetros analisados. O monitoramento sistemático das águas do Córrego Água Limpa caracterizou as alterações dos parâmetros de qualidade de água em função das variações sazonais ocorrentes na área de estudo. Foram realizadas ao todo nove visitas a campo, sendo os resultados obtidos no monitoramento apresentados por meio de gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Potencial hidrogeniônico (pH)

Pelo gráfico da Figura 4, pode-se observar que o pH apresentou variações tanto para o período seco quanto para o chuvoso, porém, manteve-se sempre dentro dos limites

determinados na Resolução CONAMA 357/2005 que estabelece que o pH deve variar entre 6 e 9 para água doce nas Classes 1, 2, 3 e 4 (Brasil, 2005).

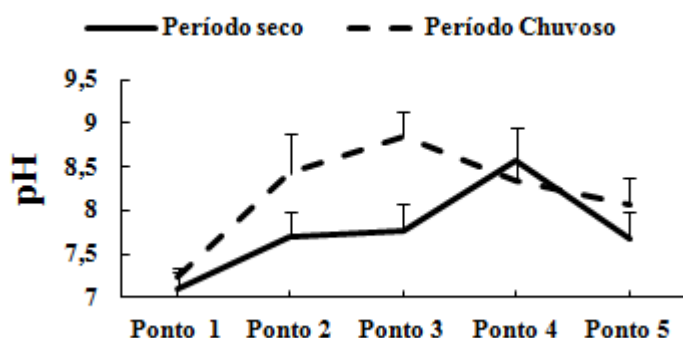


Figura 4. Variação sazonal para o parâmetro pH (valores médios).

Vale ressaltar que, no período chuvoso, o ponto 3 situado a jusante da fonte de lançamento de efluentes da indústria (fornos e granulação de escória) apresentou valores próximos ao máximo permitido. Entretanto, os valores obtidos nas barragens 2 e 3, representado pelos pontos de monitoramento 4 e 5 demonstram que as barragens tendem a estabilizar o pH, reduzindo-o para valores entre 7,5 e 8,5. Porém, se comparado aos valores obtidos no ponto de controle (ponto 1) e a amplitude de variação dos valores nos demais pontos de monitoramento, pode-se considerar que a atividade de extração e beneficiamento de minério de níquel no local eleva moderadamente o pH no trecho do córrego afetado.

Condutividade (CD) e sólidos totais dissolvidos (STD)

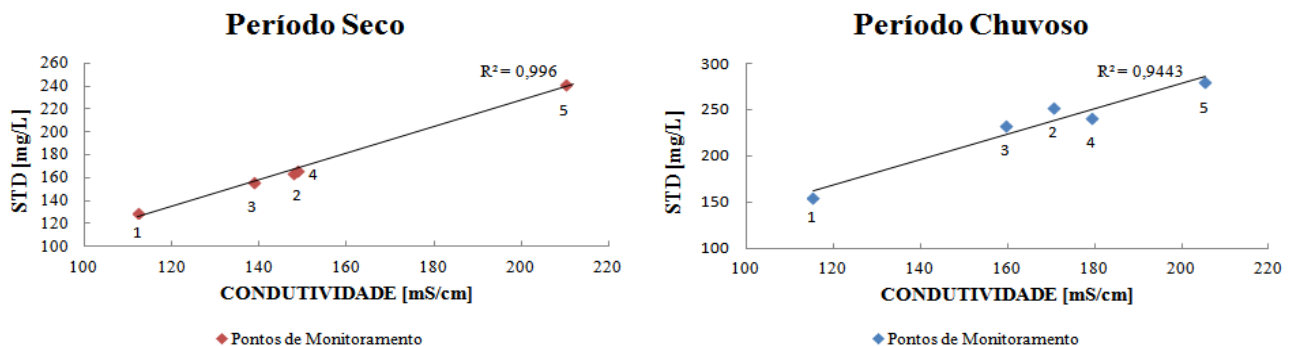


Figura 5. Variações sazonais quantificadas para os parâmetros CD e STD (valores médios).

A resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005) não determina valores mínimos e máximos específicos para a variável CD. Segundo Buzelli e Cunha Santino (2013), a condutividade elétrica está relacionada com a presença de íons dissolvidos na água, de maneira que, quanto maior a quantidade de íons dissolvidos, maior a condutividade elétrica. De acordo com CETESB (2009), quando os valores ultrapassam 0,100 mS/cm, o ambiente pode estar sendo impactado por ações antrópicas, existindo a possibilidade de aporte de esgoto e de existência de características corrosivas da água.

Tanto para o período seco quanto para o período chuvoso, foram verificados valores bem acima de 100 mS/cm e uma amplitude de

De acordo com Tundisi e Tundisi (2008), a condutividade elétrica é um indicador de salinidade e a salinidade de águas naturais se dá pelo montante dos sólidos dissolvidos provenientes dos ácidos, bases e sais normalmente carregados com sedimentos erodidos e/ou lixiviados.

Os valores de CD e STD, conforme apresentado na Figura 5, apresentaram relação linear, com altos coeficientes de correlação. O menor valor para a condutividade foi 117 mS/cm, referente ao ponto 1 no período seco e o maior valor obtido foi 344 mS/cm, referente ao ponto 5 no período chuvoso. Os valores de STD não ultrapassaram o limite de 500 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, permanecendo entre 112 mg/L no ponto 1 (período seco) e 205 mg/L no ponto 5 (período chuvoso).

variação de 227 mS/cm, tendo como base os valores obtidos no ponto de controle (água de entrada) e ponto 5 (água de saída).

Sólidos totais em suspensão (STS) e turbidez (TB)

As concentrações dos sólidos totais em suspensão, conforme pode ser observado na Figura 6, variam acentuadamente em função da sazonalidade. No período seco não foram observadas alterações significativas para o parâmetro STS. Considerando os trechos lóticos e lênticos do segmento do Córrego Água Limpa monitorado, o valor máximo aferido de STS no período foi de 13,25 mg/L, referente ao ponto 4.

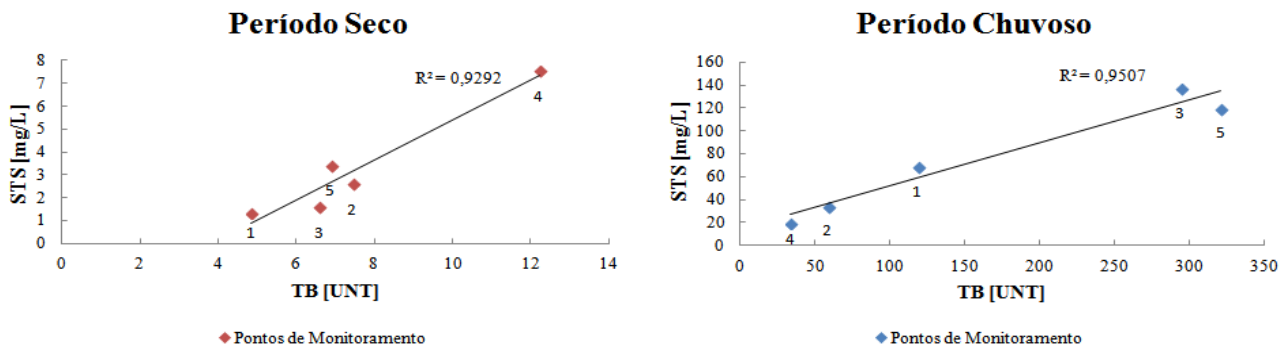


Figura 6. Variações sazonais quantificadas para os parâmetros STS e TB (valores médios).

No período chuvoso, devido ao maior escoamento superficial, foram observadas alterações, principalmente nos pontos 3 e 5, ambos situados a jusante da mina e depósito de rejeitos, respectivamente. O valor máximo obtido para o parâmetro STS no período foi de 346,5 mg/L referente ao ponto 5. De acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005 para o enquadramento do corpo hídrico nas Classes 1, 2 e 3, a concentração de sólidos não deve ultrapassar 500 mg/L a qual não foi atingida no monitoramento realizado, tanto para o período de estiagem quanto de chuvas.

O comportamento da turbidez é semelhante ao dos sólidos totais em suspensão, variável com a qual se relaciona. Os valores refletem a condição local, com aumento em locais de maior poluição e/ou degradação (BUZELLI e CUNHA SANTINO, 2013).

A turbidez da água é resultante da matéria em suspensão, que afeta a passagem de luz pela água a qual adquire um aspecto turvo.

Almeida e Schwarzbald (2003) atentam para o fator sazonal que interfere na qualidade da água e, conseqüentemente, na análise de turbidez, devido às variações na pluviosidade e vazão dos cursos d'água. De um modo geral, o monitoramento da turbidez indicou valores baixos na estação seca. Entretanto, na estação chuvosa nos pontos de monitoramento 3 e 5, a jusante da mina e depósito de rejeitos, respectivamente, os valores de turbidez de 813 UNT e 934 UNT estão acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 de 100 UNT para corpos hídricos Classes 1, 2 e 3.

A quantidade de sólidos totais e a elevada turbidez da água aferida no período chuvoso são normalmente originadas de sedimentos carregados para o curso d'água pelas

águas pluviais, devido à falta de vegetação ciliar e áreas de solo exposto como a mina e depósito de rejeitos.

O excesso de sólidos na água pode modificar a comunidade aquática, alterando as condições de luminosidade da água, interferindo no metabolismo de seres autotróficos, dificultando a fotossíntese e afetando toda uma cadeia de seres heterotróficos dependentes diretamente da concentração de oxigênio dissolvido na água.

Oxigênio dissolvido (OD)

A concentração de oxigênio dissolvido observada no monitoramento mostrou uma variação entre os períodos seco e chuvoso, considerando a Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005) que define os valores mínimos para enquadramento dos corpos hídricos de água doce nas classes 1, 2, 3 e 4, que são, 6 mg/L, 5 mg/L, 4 mg/L e 2 mg/L, respectivamente. Conforme observado na Figura 7, tanto no período chuvoso quanto no seco os níveis de OD nos pontos monitorados mantiveram-se sempre acima dos limites mínimos estabelecidos, apresentando boas condições de oxigenação da água.

O período seco apresentou maiores concentrações de OD em relação ao chuvoso, sugerindo que o aumento no volume de água diminui sua concentração. Segundo Wetzel (2001), as trocas gasosas com a atmosfera e fotossíntese são responsáveis pelo fornecimento de oxigênio para o corpo hídrico, contribuindo as temperaturas elevadas e diminuição da pressão atmosférica para a redução de sua solubilidade. Outros fatores relacionados são as perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos, processos de oxidação de íons metálicos e decomposição aeróbia

(BUZELLI e CUNHA SANTINO, 2013). Assim a diminuição de OD no período chuvoso, pode estar relacionada ao aumento no

volume de água e retenção da água nos trechos lânticos, pelas barragens 2 e 3, pontos de monitoramento 4 e 5, respectivamente.

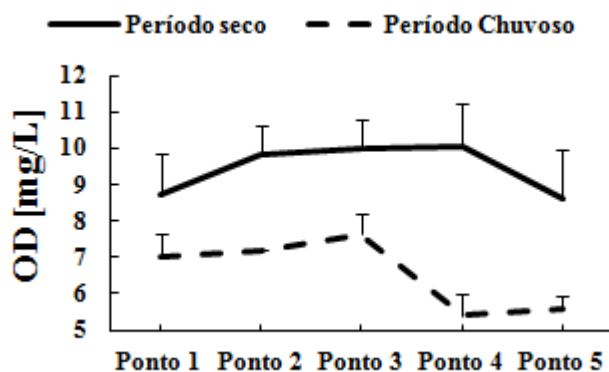


Figura 7. Variação sazonal para o parâmetro OD (valores médios).

CONCLUSÃO

O monitoramento da qualidade da água do Córrego Água Limpa realizado em 2012 e 2013 permitiu identificar os principais pontos de alteração, bem como as implicações sazonais nas mudanças da qualidade da água no seu trecho afetado pela atividade de mineração. Tendo como base o ponto de controle a montante do empreendimento, foram verificadas variações em todos os parâmetros analisados nos demais pontos monitorados.

A distribuição espacial dos pontos monitorados demonstrou que os pontos 3 e 5 apresentaram maiores alterações, encontrando-se estes a jusante da mina e depósito de rejeitos, respectivamente. Embora as barragens existentes tendam a estabilizar essas alterações, ficou claro que as áreas de solo exposto, mina e depósito de rejeitos estão contribuindo diretamente para os impactos gerados ao curso d'água, apresentando para alguns parâmetros monitorados valores próximos ou até mesmo acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. A análise sazonal dos dados indicou que as maiores alterações

ocorrem no período chuvoso, quando o escoamento superficial e as áreas de solo exposto contribuem para um maior aporte de sedimentos ao curso hídrico. Embora os trechos lânticos tendam a estabilizar esse material, nos períodos de chuva mais intensos, a carga de sedimentos carregados supera a capacidade das barragens em retê-los. No ponto 5, água de saída, os valores de turbidez estão acima máximo do permitido pela legislação para cursos hídricos classes 1, 2 e 3.

Com base nos dados apresentados, ficou claro que as atividades de extração, beneficiamento e armazenamento de rejeitos contribuem diretamente para a alteração da qualidade da água no trecho do córrego impactado, incrementando o assoreamento do curso hídrico e diminuindo a qualidade.

Assim este estudo contribui para o planejamento de ações voltadas à estabilização dos processos erosivos e de assoreamento, visando à conservação e manutenção da qualidade da água do Córrego Água Limpa a jusante do ponto de interferência antrópica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. **Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA)**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 1, p. 81-97, 2003.
- ASSUNÇÃO, J. C.; CUNHA, S.B. **Relações entre crescimento urbano desordenado e a qualidade das águas fluviais na cidade do Rio de Janeiro**. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, Viçosa/MG. Anais... A Geografia e as Dinâmicas de Papropriação da Natureza. Viçosa: Cópias & Cópias. P. 01-14. 2009.
- BARBOSA, C. F. et al. **Sistema de gestão de recursos hídricos através de Sistemas de Gestão Ambiental, (SGA) em Áreas de Proteção Ambiental Municipal (APA ou APAM)**. Campinas: UNICAMP/ Instituto de Geociências – IG, p. 39, Trabalho de Graduação, 2003.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 357**.

- Brasília, 2005. 23 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res3705.pdf>>. Acesso em 27 de agosto 2014.
5. BUZELLI, M. G. & CUNHA SANTINO, M. B. **Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP.** Revista Ambiente & Água – Na Interdisciplinary of Applied Science: v. 8, n. 1, 2013.
 6. CETESB (COMPANIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2009.** Disponível em: <<http://WWW.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#trasparencia>>. Acesso em 23 Jan. 2014.
 7. CLIMATEMPO. **Climatologia de Pratápolis – MG, entre os anos de 1961 e 1990.** Disponível em: <http://clictempo.clicrbs.com.br/previsaodotempo.html/brasil/climatologia/Pratapolis-MG/>. Acessado em: 28 de agosto de 2014.
 8. CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – Serviço Geológico do Brasil - Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, folhas SE23 - Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=298&sid=26>. Acessado em: 30 de agosto de 2014.
 9. FRITZONS, E.; HINDIL, E.C; MANTOVANI, LE.; RIZZI, N.E. **Consequências da alteração da vazão sobre alguns parâmetros de qualidade de água fluvial.** Floresta, Curitiba, v. 33, n. 2, p. 201-2014, maio/ago, 2003.
 10. MAROTTA, H. et al. **Monitoramento limnológico: um instrumento para conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais.** Ambiente e Sociedade, Campinas, v. XI, n. 1, p. 67-79, jan-jun. 2008.
 11. RAPOSO, A. A. **O uso das taxas de turbidez da bacia do alto Rio das Velhas – Quadrilátero Ferrífero/MG, como indicador de pressões humanas e erosão acelerada.** Revista de Geografia. Recife: UFPE, DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, Set. 2010.
 12. SALGADO, A. A. R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Impactos da silvicultura de eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso do abastecimento de mananciais de abastecimento público de Caeté/MG.** Geografias, V. 2, p. 47-57, 2006.
 13. TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M. **Limnologia. 1 ed.** Oficina de Textos, São Paulo, 632 p. 2008.
 14. VITOUSEK, P.M. et al. **Human Domination of Earth's Ecosystems.** Science, Nova York, v. 277, n.5, p. 494, out. 1997.
 15. WETZEL, R. G. **Limnology.** San Diego: Academic Press, 1006 p. 2001. Acesso em: 19 mar. 2012.

*Manuscrito recebido em: 19 de Setembro de 2014
Revisado e Aceito em: 05 de Maio de 2015*