

AVALIAÇÃO TEMPORAL DAS DESCARGAS DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO NAS ÁGUAS ÁCIDAS TRATADAS DA MINA OSAMU UTSUMI/INB

Gabriella Giarola Maculan¹ e Heber Luiz Caponi Alberti²

¹ Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL
giarola5@hotmail.com

² Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN
Laboratório de Poços de Caldas – LAPOC
Rodovia Poços de Caldas/Andradas, km 13
37701-970 – Poços de Caldas/MG
heber@cnen.gov.br

RESUMO

A Mina Osamu Utsumi, pertencente às Indústrias Nucleares do Brasil (INB) esteve em operação de 1982 a 1995, quando ocorreu a paralisação definitiva da lavra e tratamento de minério de urânio. Desde então a mina passa por um sistema de manutenção ativo, cujo foco principal é o tratamento da Drenagem Ácida de Mina - DAM, tanto pelas nas questões ambientais e radiológicas, quanto pelos custos envolvidos no tratamento desses afluentes. Atualmente a INB realiza atualmente a monitoração ambiental e radiológica (pH, Al, Ba, Ca, F, Fe, K, Mn, SO₄, U, Ra, Th, Pb) em 23 pontos de monitoramento que integram o atual programa de monitoramento ambiental. A Drenagem Ácida de Mina (DAM) é o principal foco para a manutenção da mina devido às questões radiológicas e ambientais. Neste trabalho serão apresentadas apenas as variações de vazão e massa de particulados na água tratada nos pontos de interface com o meio ambiente. A Região apresenta duas estações bem definidas (seca e chuvosa) e as vazões geradas também apresentaram oscilações em função do ano hidrológico. O conhecimento pleno sobre os fluxos hidrológicos envolvidos na geração da DAM é essencial na elaboração de soluções que visem minimizar os impactos ambientais e custos associados ao passivo ambiental gerado pela mineração de urânio.

INTRODUÇÃO

A Mina Osamu Utsumi está situada no Planalto de Poços de Caldas, na cidade de Caldas – sudeste do Estado de Minas Gerais – na localidade denominada Unidade de Tratamento de Minério, pertencente às Indústrias Nucleares do Brasil (UTM/INB). A Mina Osamu Utsumi está localizada no divisor de águas da bacia hidrográfica do ribeirão das Antas e a da bacia hidrográfica do Rio Verde, essas duas bacias hidrográficas são responsáveis por cerca de 70 e 30% de toda drenagem do Planalto de Poços de Caldas, respectivamente [1].

A UTM/INB esteve em operação de 1982 a 1995, quando ocorreu a paralisação definitiva da lavra e tratamento de minério de urânio. Desde então a mina passa por um sistema de manutenção ativo, cujo foco principal é o tratamento da Drenagem Ácida de Mina - DAM,

tanto pelas questões ambientais e radiológicas, quanto pelos custos envolvidos no tratamento desses afluentes.

A DAM é causada, basicamente, pela oxidação natural dos sulfetos metálicos (expostos na cava, pilha de estêreis e barragem de rejeitos) em presença de água e oxigênio. Como resultado, há formação de ácido sulfúrico, redução do pH e dissolução de metais pesados associados às matrizes rochosas com graves impactos ambientais.

Os principais bota-foras (material considerado como estéril da mineração) são o BF 4 e o BF 8 sob o ponto de vista da proteção do meio ambiente e foram construídos sem qualquer preparação dos terrenos. São constituídos por minério de baixo teor de urânio e foram depositados sobre o vale do Córrego da Consulta e do leito do córrego do Cercado [2]. No início da operação o rejeito líquido da mina era transferido por bombeamento até um canal construído no BF 8 e através desse era lançado no córrego do Cercado, sem nenhum tratamento. As drenagens ácidas do bota-fora eram misturadas com água da mina. A drenagem ácida do BF 4 era lançada no córrego do Consulta [2].

Assim que o problema foi constatado, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN exigiu a construção de bacias de captação das águas da mina e dos bota-foras, além do tratamento destas águas para neutralizar a acidez e precipitar os radionuclídeos e metais pesados e a decantação dos sólidos em suspensão, antes do lançamento das mesmas para o meio ambiente. O Duca (Diuranato de cálcio) - lamas compostas basicamente por hidróxidos de metais como Fe, Al, Mn, além de espécies radioativas, com o objetivo de descontaminar e aproveitar o urânio contido, são produzidas no tratamento de águas de chuva, da cava da mina e drenagens ácidas dos bota-foras – passou a ser deposto na bacia de rejeitos [2].

Os leitos dos córregos da Consulta e do Cercado que estavam sob os bota-foras foram desviados. A Bacia D5 foi construída para captação de águas de drenagem ácida do BF 4, sendo bombeadas para a cava da mina diminuindo ainda mais a concentração de U, Al e Mn, lançados no córrego da Consulta. As Bacias D3, D4 e D6 foram construídas para captação de águas de drenagem ácida do BF 8, as quais são bombeadas diretamente para a estação de tratamento de efluentes marginais - ETA [2].

Os líquidos tratados são lançados nas bacias de decantação D3 e D4 onde recebem a adição de mais leite de cal, para garantir a neutralização das águas de surgência do BF 8 que não são captadas. Os transbordos das Bacias D3 e D4 são lançados na bacia de Águas Claras (ponto 41) onde esses efluentes tratados são misturados com as águas naturais sem influência da DAM e vertem no ponto 14 para dar origem ao Ribeirão das Antas (Figura 1).

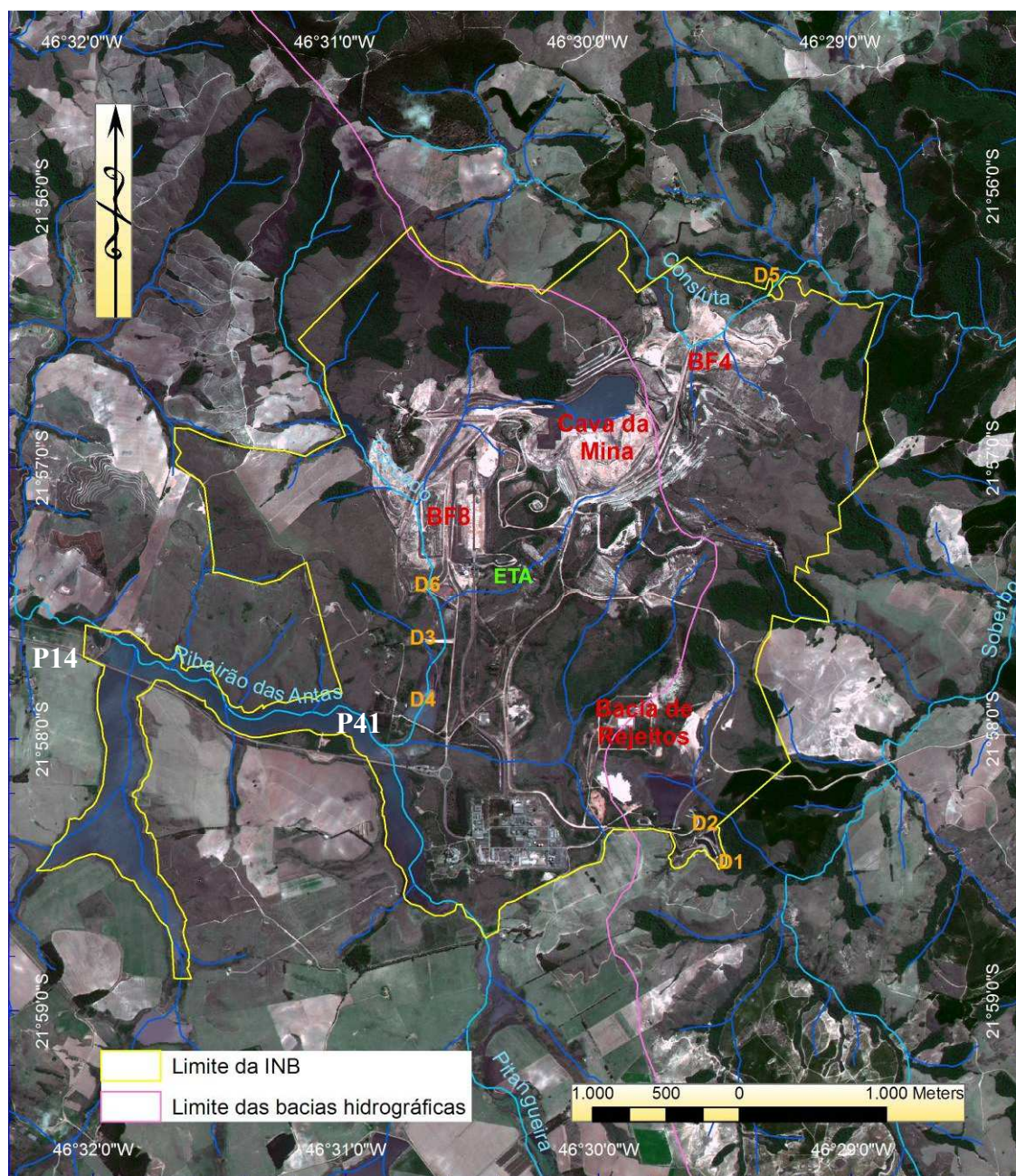


Figura 1. Limite da UTM/INB e dos pontos P14 e P41.

O tratamento ativo da DAM na INB Caldas consiste na adição de uma solução de cal hidratada, fazendo com que o pH - da ordem de 3,0 - se eleve até 10,0. A seguir, com o auxílio da adição de floculantes, dão-se a precipitação e a decantação dos metais dissolvidos, antes que as águas retornem ao ambiente externo ao projeto. O volume médio de águas ácidas drenadas na base do BF-4 é de 157 m³/h (funcionando 12 h por dia). Esse volume é

bombeado para a cava e, daí, juntamente com a água da cava, para a estação de tratamento. O volume de água diariamente tratado na estação é da ordem de 300 m³/h [1].

O tratamento das águas de drenagem do BF-4 resultou em um aumento de 60 a 80% no volume de águas tratadas, nos anos de 1990 e 1991, em relação ao ano de 1989. É necessária a manutenção de um tratamento constante, pois qualquer interrupção provocaria imediato aumento da concentração dos poluentes lançados nos córregos. Com isto, a energia requerida pelo processo é alta e os custos muito elevados [3].

Os impactos causados pela Drenagem Ácida Mineira estão associados aos metais que são transportados através da drenagem dessas águas, comprometendo a qualidade ecológica dos corpos de água e os lençóis. O grande volume de sedimentos no meio natural também pode ser causado pelas operações das minas. Áreas de lavra a céu aberto ou de rejeito favorecem a ação erosiva das chuvas por muitos anos. O transporte de sedimentos afeta a qualidade da água e a possibilidade para o consumo humano ou seu uso para outras finalidades. Esse fato envolve muitas vezes enormes gastos públicos para a solução do problema.

O conhecimento pleno sobre os fluxos hidrológico envolvidos na geração da DAM é essencial na elaboração de soluções que visem minimizar os impactos ambientais e custos associados ao passivo ambiental gerado pela mineração de urânio. Neste trabalho serão apresentadas as variações de vazão e concentração de sólidos em suspensão na água nos pontos 14 e 41 pertencentes ao Plano de Monitoramento Ambiental – PMA da UTM/INB (Figura 2).



Figura 2. Pontos de monitoração ambiental realizada pela UTM/INB, 14 e 41 respectivamente.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da hidrologia é essencial para as análises e gerenciamento dos recursos hídricos. Uma tarefa importante da hidrologia é a quantificação das vazões resultantes da chuva precipitada sobre uma bacia hidrográfica, as saídas são expressas pelas vazões [4].

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são ferramentas necessárias para inserir e integrar, em uma base de dados, informações espaciais vindas de dados cartográficos, oferecendo mecanismos que combinam várias informações, bem como consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados (que são informações espaciais coletadas, tratadas, manipuladas e apresentadas para um objetivo específico) [5]. O georreferenciamento vem se mostrando extremamente útil para realizar avaliações espaciais do território, no estudo de fenômenos em diversas áreas, possibilitando maior entendimento de regiões pela representação visual dos dados tabulares [6].

Portanto, foi realizada inicialmente a elaboração de uma base cartográfica em ambiente SIG (levantamento aerofotogramétrico) para fornecer uma maior agilidade e eficiência na elaboração dos estudos hidrológicos e ambientais.

No segundo momento, as informações contidas no Plano de Monitoramento Ambiental – PMA da UTM/INB foram georreferenciadas nesta base cartográfica.

Finalmente os dados de vazão e massa de particulados nos pontos 14 e 41 pertencentes ao PMA realizado pela UTM/INB foram interpretados. Assim, a análise da relação da produção de sedimentos e as características da vazão podem ajudar no entendimento dos fluxos que atuam no transporte de sedimento para os reservatórios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a síntese dos dados analisados neste trabalho. Nesta tabela encontram-se os valores médios de vazão, massa de particulado e a descarga sólida de particulado nos pontos 14 e 41.

Tabela 1. Descarga sólida resultante nos pontos P 14 e P 41 (2000 a 2009)

	P 14			P 41		
	Vazão (m ³ /s)	Massa Particulado (mg/L)	Descarga Sólida (t/mês)	Vazão (m ³ /s)	Massa Particulado (mg/L)	Descarga Sólida (t/mês)
Janeiro	1,73	8,0	37,12	0,21	4,4	2,46
Fevereiro	1,91	6,1	28,26	0,19	4,3	1,94
Março	2,21	4,8	28,37	0,16	9,2	3,95
Abril	1,78	4,4	20,30	0,20	7,0	3,66
Mai	1,25	3,3	11,09	0,23	11,0	6,77
Junho	0,85	3,3	7,26	0,19	3,9	1,89
Julho	0,65	2,6	4,53	0,17	5,7	2,57
Agosto	0,55	2,4	3,56	0,16	3,5	1,51
Setembro	0,72	2,7	5,01	0,14	4,0	1,45
Outubro	1,16	3,3	10,28	0,17	5,0	2,30
Novembro	1,54	4,4	17,61	0,16	4,3	1,84
Dezembro	2,05	6,4	35,06	0,24	4,0	2,53
Média	1,37	4,31	17,37	0,18	5,53	2,74

O ponto 14 apresentou as vazões médias mensais de 1,37 m³/s com maior valor no mês de março (2,21 m³/s) e o menor em agosto, com 0,55 m³/s (Figura 3). Entre os anos 2000 e 2009, a maior vazão média anual apresentada foi em 2009, com 2,52 m³/s e a menor vazão foi no ano de 2002 (0,89 m³/s) (Figura 4).

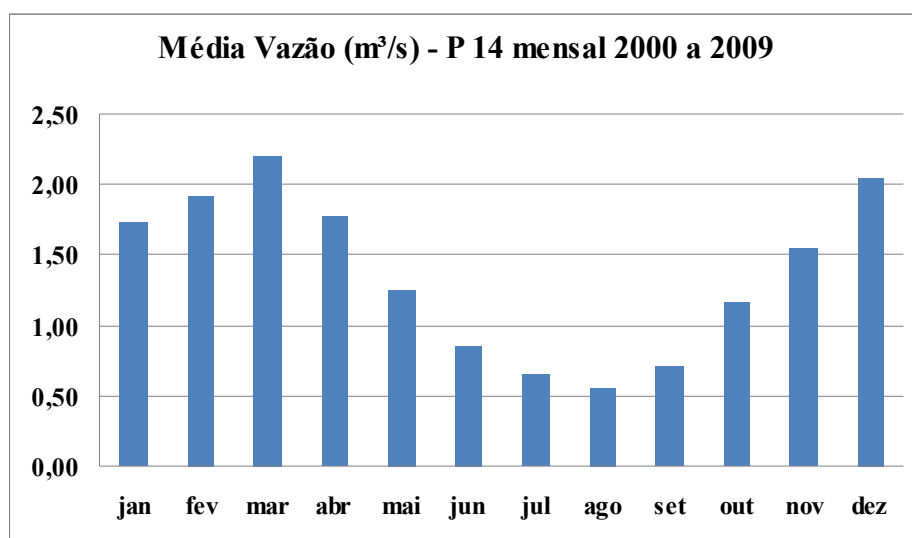


Figura 3. Médias mensais de vazão no ponto 14, em m³/s, entre os anos 2000 e 2009.

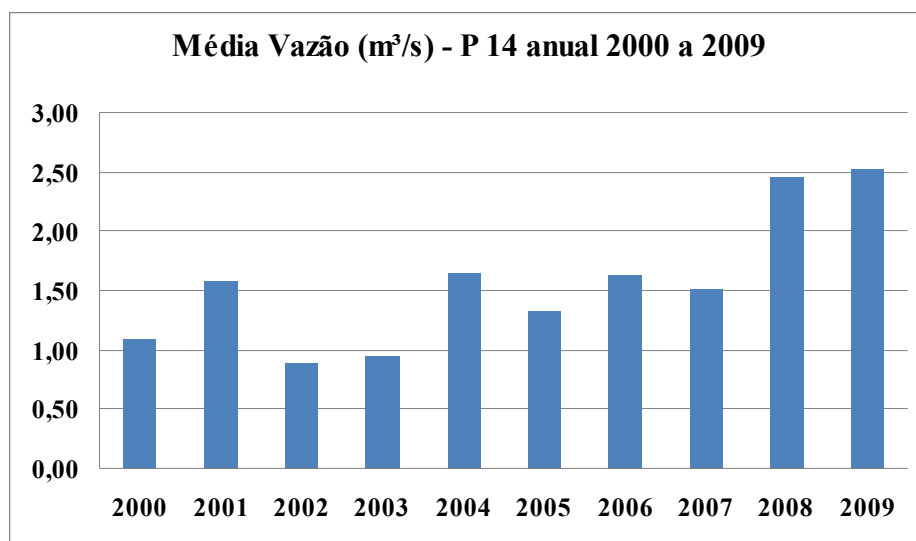


Figura 4. Médias anuais de vazão no ponto 14, em m³/s, entre os anos 2000 e 2009.

As vazões geradas no ponto 41 apresentam variação sazonal ao longo do ano hidrológico. A vazão média neste ponto é de 0,18 m³/s. O mês de dezembro apresenta a maior vazão média (0,24 m³/s) e a menor vazão média ocorre em setembro (0,14 m³/s) (Figura 5). Os anos de maior vazão foram observados em 2005 e 2006 (0,214 m³/s) e o ano de menor vazão (0,129 m³/s) foi observado em 2009 (Figura 6).

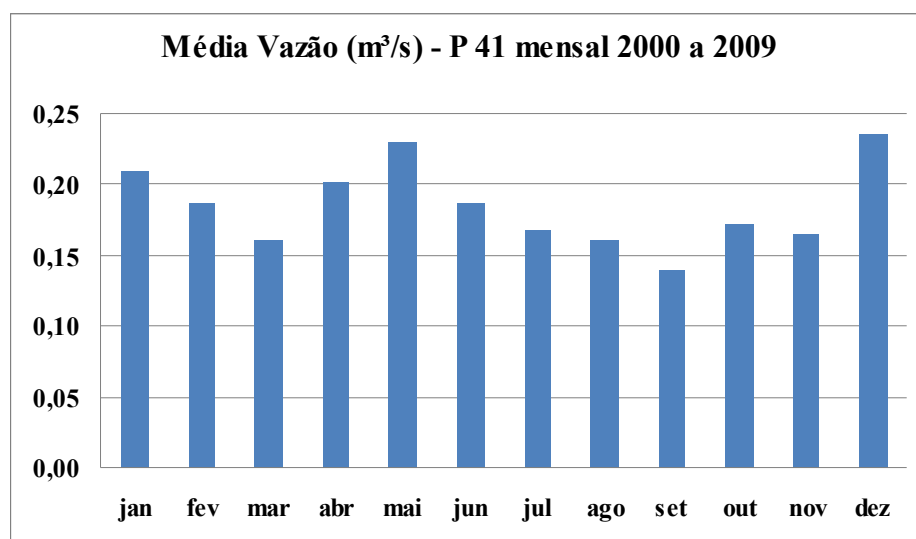


Figura 5. Médias mensais de vazão no ponto 41, em m³/s, entre os anos 2000 e 2009.

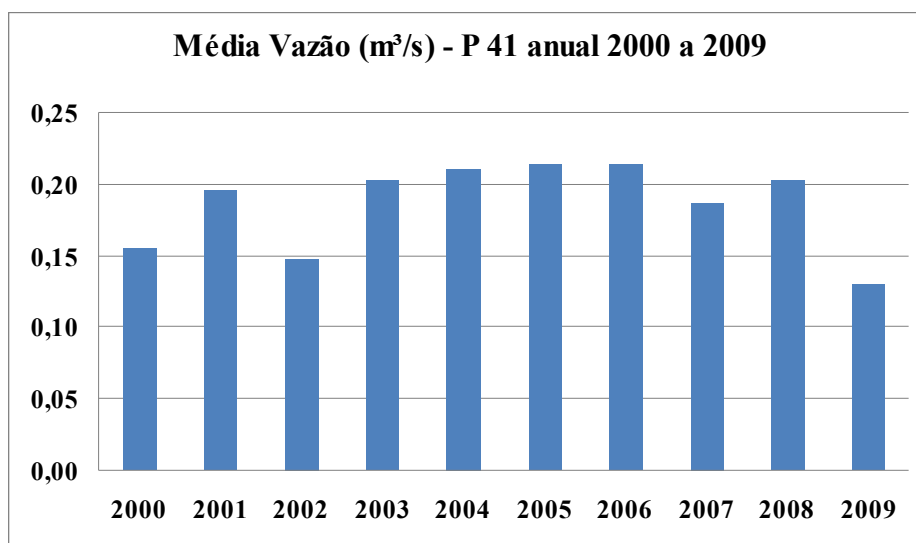


Figura 6. Médias anuais de vazão no ponto 41, em m³/s, entre os anos 2000 e 2009.

Em relação aos valores mensais de massa de particulado na água no ponto 14 observou-se o valor médio de 4,31 mg/l, máximos e mínimos mensais nos meses de janeiro (8 mg/L) e agosto (2,4 mg/L) respectivamente, entre os anos de 2000 e 2009 (Figura 7). O ano de 2009 apresentou a maior média anual de massa de particulado (7,6 mg/L) e 2008 o ano de menor valor (2,8 mg/L).

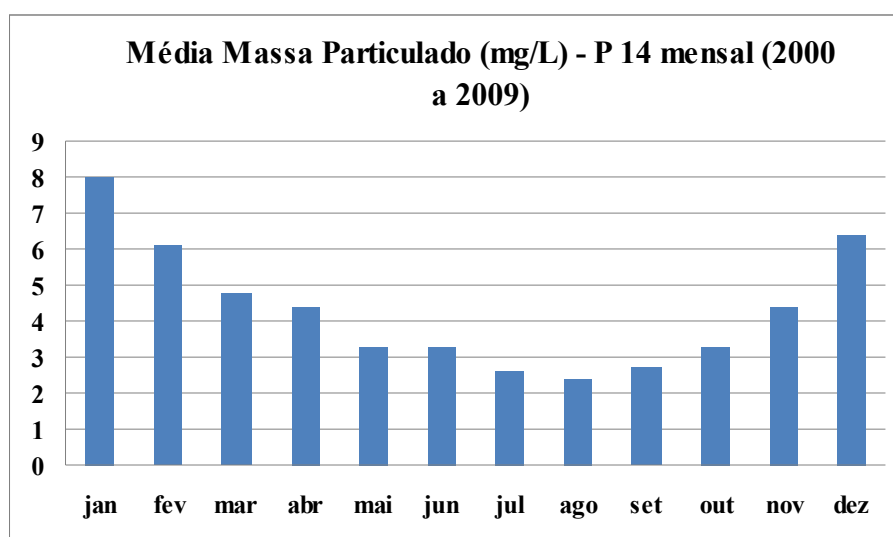


Figura 6. Médias mensais de massa de particulado no ponto 14, em mg/L, entre os anos 2000 e 2009.

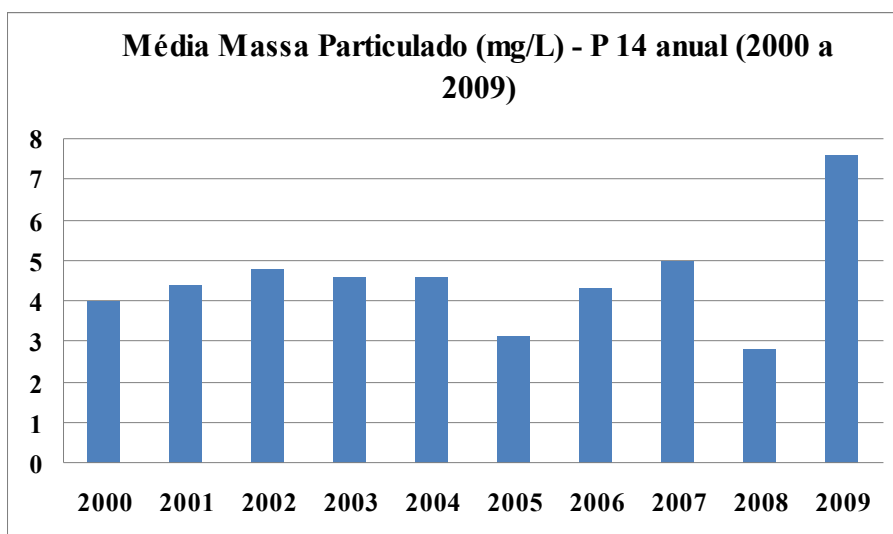


Figura 7. Médias anuais de massa de particulado no ponto 14, em mg/L, entre os anos 2000 e 2009.

A massa de particulados no ponto 41 apresentou uma média mensal de 5,53 mg/L, o mês de maio apresentou a maior concentração média de massa de particulado (11 mg/L) e o menor valor foi encontrado no mês de agosto (3,5 mg/L) (Figura 9). O ano de 2005 apresentou o maior valor médio de massa de particulado (10,8 mg/L), e o ano de 2000 apresentou o menor valor médio (2,8 mg/L) (Figura 10).

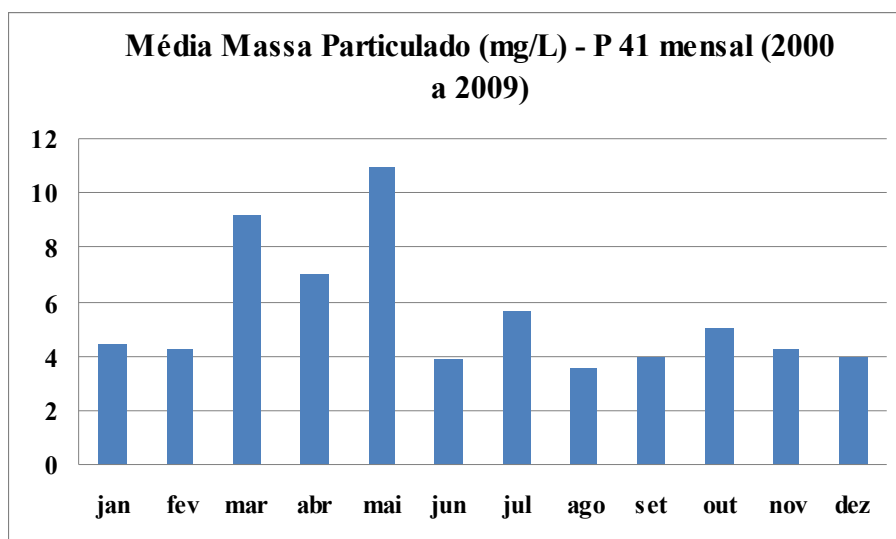


Figura 9. Médias mensais de massa de particulado no ponto 41, em mg/L, entre os anos 2000 e 2009.

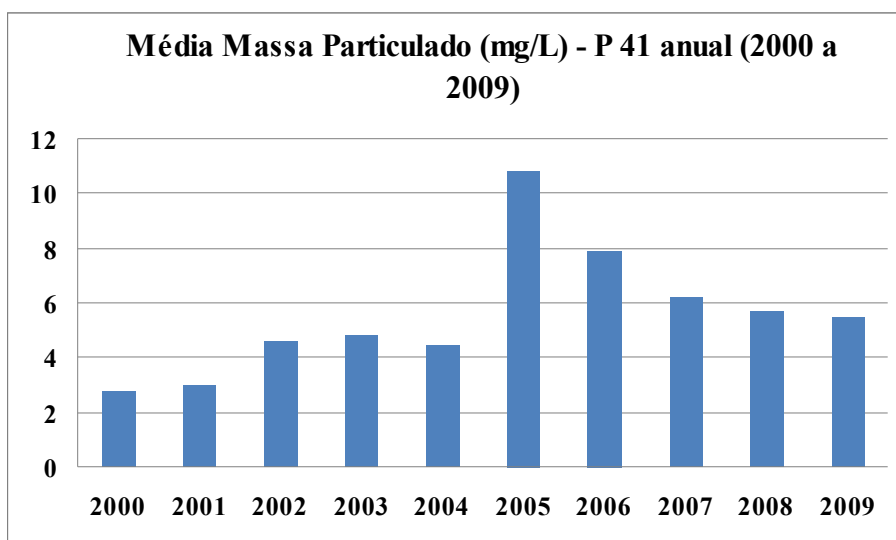


Figura 10. Médias anuais de massa de particulado no ponto 41, em mg/L, entre os anos 2000 e 2009.

CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu quantificar os fluxos de água e material particulado para o meio ambiente entre os anos de 2000 a 2009 utilizando a monitoração ambiental realizada pela UTM/INB, observar os meses de maior e menor vazão e a quantidade de material transportado para o meio ambiente. O monitoramento e controle desse material particulado são fundamentais para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão das Antas para os diversos tipos de uso da água a jusante deste ponto, como irrigação, dessedentação de animais e usos industriais. O ponto 41 apresentou uma concentração média de particulados na água maior do que o ponto 14. Os meses de março e maio no ponto 41 apresentaram concentrações de particulados na água discrepantes enquanto que no ponto 14 as concentrações de particulado na água apresentaram uma variação cíclica em função da sazonalidade do ano hidrológico, com maiores concentrações nos períodos chuvosos.

AGRADECIMENTOS

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN/LAPOC) pela infra-estrutura, às Indústrias Nucleares do Brasil (INB/Caldas) pelo fornecimento dos dados e informações necessárias e a FAPEMIG pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1]NÓBREGA, F. A; LIMA, H. M.; LEITE, A. L. “Análise de múltiplas variáveis no fechamento de mina - Estudo de caso da pilha de estéril BF-4, Mina Osamu Utsumi, INB Caldas, Minas Gerais”, *Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, **Vol. 61** n 2, (2008).
- [2]CIPRIANI, M. “Mitigação dos impactos sociais e ambientais decorrentes do fechamento definitivo de minas de urânio”. Dissertação de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (2002).
- [3]FAGUNDES, J.R.T. “Balanço hídrico do bota-fora BF4 da mina de Urânio Osamu Utsumi, como subsídio para projetos de remediação de drenagem ácida”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto (2005).
- [4]COELHO, G. B. ”Análise e simulação do processo de transformação de chuva em vazão com suporte de Sistema de Informações Geográficas (SIG)”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco (2006).
- [5]CÂMARA, G; QUEIROZ, G. R. “Arquitetura de sistemas de informação geográfica”. Disponível em “<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf>”. Data de acesso: 10/07/2011.
- [6]PERSEGONA, M. F.M; GAMA, I. T. A. “Sistema de apoio a decisão com informações georreferenciadas”. Disponível em “http://www.unbcds.pro.br/conteudo_arquivo/280606_1E47B1.pdf”. Data de acesso: 09/07/2011.