



XXXI CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS

Santiago – CHILE
Centro de Eventos Casa Piedra
12 – 15 Octubre de 2008



MONITORAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO LAGEADO GRANDE, SÃO MARTINHO DA SERRA – RS

ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE LAGEADO GRANDE BASIN, SÃO MARTINHO DA SERRA – RS - BRAZIL

Nadia Bernardi Bonumá*

Professora do Departamento de Hidráulica e Saneamento do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

João Batista Dias de Paiva

Universidade Federal de Santa Maria

Maria do Carmo Cauduro Gastaldini

Universidade Federal de Santa Maria

José Antônio de Azevedo Gomes

Universidade Federal de Santa Maria

Raniere Sangoi

Universidade Federal de Santa Maria

Fábio Belling

Universidade Federal de Santa Maria

Saimon Abelin

Universidade Federal de Santa Maria

Rodrigo Domínguez

Universidade Federal de Santa Maria



Endereço do autor principal (*): Faixa de Camobi, Km 9 Campus Universitário - Santa Maria – RS – CEP 97105-900 - Brasil -. Tel.:55(55)3220-8483. e-mail: nadiabonuma@gmail.com.

RESUMO

A Bacia Experimental do Lageado Grande, localizada em São Martinho da Serra – RS - Brasil, abrange uma área de 33,19 km², onde são desenvolvidas as atividades de agropecuária e extração de pedras preciosas. O presente trabalho apresenta as atividades desenvolvidas nesta bacia, que consistiram na escolha e exploração da área de estudo, caracterização física, instalação e avaliação do funcionamento dos equipamentos para monitoramento hidrológico, análise da qualidade da água e avaliação dos resultados já obtidos.

ABSTRACT

The Experimental Basin of Lageado Grande is located in São Martinho da Serra in Southern Brazil. The catchment area is 33.12 km² and the land-use is predominantly agricultural and the extraction of gemstones activity. The objective of this paper is to present the activities developed, that consisted in the choice and exploration of the study area, physical characterization, installation and evaluation of the equipments operation for accompaniment hydrological, analysis of the water quality and evaluation of the results already obtained.

Palabras-chave: bacia experimental, impacto de mineração, monitoramento ambiental.

INTRODUÇÃO

A água é essencial para existência da vida no nosso planeta, além disso, ainda exerce papel fundamental em quase todas as atividades humanas, que muitas vezes acabam por interferir nas características quantitativas e qualitativas dos recursos hídricos. Dentre as atividades antrópicas potencialmente poluidoras dos recursos hídricos estão aquelas relacionadas à mineração. O aproveitamento dos enriquecimentos minerais é responsável por grandes modificações na paisagem, podendo causar um alto grau de deterioração nos recursos hídricos, mesmo após o término da atividade extrativa.

O Rio Grande do Sul é conhecido no Brasil e no exterior como um dos grandes fornecedores de gemas do mundo, especialmente ágata e ametista. Este tipo de atividade tem uma grande relevância no desenvolvimento sócio-econômico das regiões junto aos locais de extração e beneficiamento. Entretanto pode causar grandes impactos ambientais, devido às alterações do relevo original e desmatamento, além da geração de um grande volume de rejeitos, que podem acabar sendo transportados para os corpos d'água.

A Bacia Experimental do Lageado Grande, localizada em São Martinho da Serra, é uma bacia rural onde estão em operação garimpos de pedras preciosas (ametistas, ágatas). Considerando a natureza impactante da atividade extrativista mineral e para evitar e remediar eventuais impactos sobre os corpos d'água da região, foi proposto o programa piloto de monitoramento hidrossedimentométrico e de qualidade da água na bacia experimental em que está inserida a área com potencial gemológico do Município de São Martinho da Serra, financiado pelo Edital Fapergs 001/2004-Procoredes.

O objetivo deste trabalho foi apresentar as primeiras atividades desenvolvidas na bacia: instalação dos equipamentos para monitoramento hidrológico, análise da qualidade da água, coleta e tratamento estatístico dos dados coletados e avaliação dos resultados já obtidos.

2 – METODOLOGIA

A Bacia Experimental do Lageado Grande, está localizada no município de São Martinho da Serra, estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil. A bacia possui uma área de 33,19 km², e está situada entre meridianos 53°52'46" e 53°57'14", de longitude oeste, e os paralelos 29°30'16" e 29°35'04", de latitude sul (figura 1).

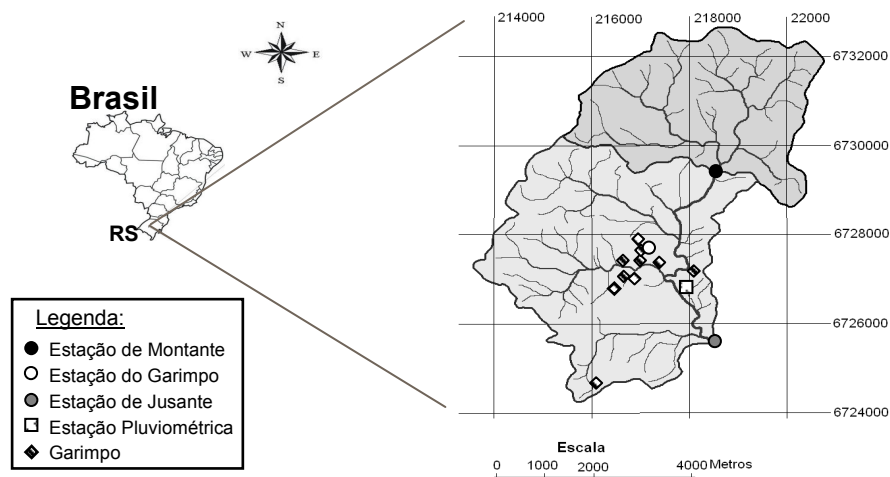


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Lageado Grande - Brasil.

Em termos de hidrologia, a rede de drenagem da bacia é constituída de pequenos arroios do qual se destaca o Arroio Lageado Grande, afluente do Rio Ibicuí-Mirim que, por sua vez, é formador do Rio Ibicuí,

que drena para o Rio Uruguai. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico, Cfa, isto é, subtropical úmido sem estação seca, onde a temperatura do mês mais quente (fevereiro) é superior a 22°C, enquanto a do mês mais frio (julho) é inferior a 18°C. Com relação ao uso atual do solo, na área de estudo não existem assentamentos populacionais, apenas atividade de agricultura e garimpos de pedras preciosas (ágatas e ametistas).

O monitoramento foi realizado através de uma estação pluviográfica e de duas estações fluviográficas, uma localizada à montante e a outra à jusante da área de garimpo, monitoradas pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (GHIDROS) da UFSM (figura 1). A estação pluviográfica localiza-se na região central da bacia, sendo composta de um pluviógrafo digital. A estação fluviográfica de montante (figura 2a) tem uma área de drenagem que não está sob o impacto da atividade de garimpo e é equipada com um vertedor triangular de soleira curta (V Notched weir), uma régua limimétrica e um registrador eletrônico tipo “data logger”, com sensor de nível do tipo bóia e contrapeso e um amostrador de nível ascendente (ANA), conforme descrito por Umesawa (1979). A estação fluviográfica de jusante (figura 2b) localiza-se no exutório da bacia e é equipada com um vertedor triangular de soleira curta (V Notched weir), uma ponte para auxiliar nas medições de vazão, uma régua limimétrica, um registrador eletrônico tipo “data logger”, com sensor de nível do tipo bóia e contrapeso, dois amostradores de nível ascendente (ANA) e um amostrador de nível descendente (AND).



Figura 2: Estações fluviográficas da bacia experimental.

Foi realizada, juntamente com as medições de vazão, a determinação dos seguintes parâmetros de qualidade: temperatura (Temp), sólidos totais (ST), sólidos suspensos (SSt), sólidos dissolvidos (SDt), sólidos suspensos fixos (SSf), sólidos suspensos voláteis (SSv), turbidez (Turb), condutividade elétrica (Cond), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO5), demanda química de oxigênio (DQO), condutividade elétrica (Cond), pH, alcalinidade, Fosfato, Nitrato, Alumínio (Al), Cálcio (Ca), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Sódio (Na), Zinco (Zn), coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (Ctt). Os procedimentos de coleta e análise laboratorial seguiram a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA e WEF, 1998).

3 – RESULTADOS OBTIDOS

Foi realizado o monitoramento hidrológico da bacia experimental do período de maio de 2005 a fevereiro de 2007. A Figura 2a apresenta as precipitações mensais totais e as vazões médias mensais no período de maio de 2005 a fevereiro de 2007. Foram monitorados todos os eventos de precipitação ocorridos neste

período na Bacia. Foram selecionados 23 eventos, os maiores eventos ocorridos no período, para fazer um estudo inicial do comportamento hidrológico da Bacia no que se refere aos processos de transformação de chuva em vazão. A Figura 2b apresenta os principais eventos monitorados no período com as precipitações totais, volumes escoados e coeficientes de runoff correspondentes. O coeficiente de runoff variou num intervalo entre 0,002 e 0,309, com um valor médio de 0,065, não apresentando uma boa correlação nem com a intensidade da precipitação nem com o total precipitado.

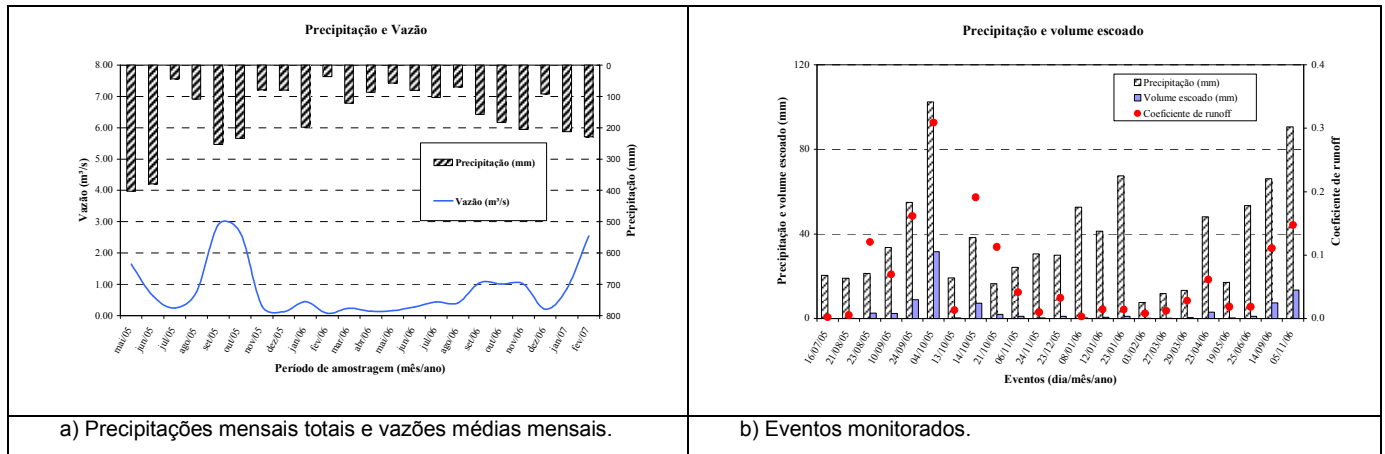


Figura 2: Eventos monitorados, precipitações e coeficientes de runoff.

A tabela 2 apresenta as principais características de alguns dos eventos ocorridos no período acompanhada do correspondente coeficiente de runoff. O cálculo do coeficiente de runoff é feito com base na variação do volume escoado, a qual é obtida a partir dos registros automáticos dos níveis d'água no tempo e precipitação no mesmo período. Observa-se com base na tabela 2 que o coeficiente variou num intervalo entre 0,002 e 0,309, com um valor médio de 0,065. O coeficiente de runoff não apresentou uma boa correlação nem com a intensidade da precipitação nem com o total precipitado. Conforme constatado por Righetto, Medeiros & Moreira (2005) a geração do runoff nas pequenas bacias está mais relacionada com as condições de umidade antecedentes do que com o próprio evento. Os resultados das campanhas de amostragem de qualidade realizadas nos três pontos de monitoramento foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, para corpos d'água de Classe 2.

Quanto à análise do conteúdo orgânico, a concentração média de DBO encontrada nos pontos de montante e jusante foi muito pequena, abaixo dos limites de detecção do método de análise (2 mg/L). No ponto intermediário (na saída do garimpo) a concentração média de DBO foi 5 mg/L, com alguns valores variando entre 3 a 6 mg/L (limite da Classe 2 - 5 mg/L), conforme tabela 2..

A relação DQO/DBO5 nos três pontos foi elevada, segundo Braile e Cavalcanti (1979 apud MACÊDO, 2001) isso significa que a fração inerte de poluição, ou seja, não biodegradável é alta. Confirmando o fato de que a principal fonte de contaminação não é orgânica, como já era esperado.

As concentrações de oxigênio dissolvido encontradas são, em geral, satisfatórias, com valores que indicam elevados percentuais da concentração de saturação, exceto no ponto de garimpo.

Os resultados obtidos no ponto de montante são inferiores ao limite da Classe 2 para coliformes termotolerantes: 1000 NMP/100 mL. No ponto de jusante o valor médio de coliformes termotolerantes foi 1114 NMP/100 mL, com valores variando de 374 a 2444 NMP/100 mL. E no ponto de garimpo o valor médio foi 2818 NMP/100 mL, com valores variando de 358 a 7825 NMP/100 mL.

Os valores de pH mantiveram-se numa faixa de 6 a 8 com variações muito pequenas, dentro dos limites da classe 2.

Nos pontos de montante e de jusante os valores de condutividade elétrica foram baixos. No entanto na saída do garimpo os valores foram elevados: o valor médio de condutividade elétrica foi de 221 $\mu\text{s}/\text{cm}$, com valores variando de 204 a 239 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Tabela 1: Características dos eventos da Bacia do Lageado Grande.

Data do Evento	I (mm/h)	Prec (mm)	Vol (m³)	Vol (mm)	Coefficiente de runoff (C)
16/07/05	1,78	20,30	1297	0,04	0,002
21/08/05	4,27	19,06	3249	0,10	0,005
23/08/05	2,36	21,23	85002	2,56	0,121
10/09/05	4,69	33,64	77496	2,33	0,069
24/09/05	5,63	54,91	294179	8,86	0,161
04/10/05	5,00	102,53	1051780	31,68	0,309
13/10/05	3,83	19,15	8300	0,25	0,013
14/10/05	3,98	38,24	242456	7,30	0,191
21/10/05	2,68	16,51	61809	1,86	0,113
06/11/05	2,14	24,21	33083	1,00	0,041
24/11/05	8,33	30,56	9953	0,30	0,010
23/12/05	2,6	29,93	32199	0,97	0,032
08/01/06	23,38	52,60	5270	0,16	0,003
12/01/06	33,06	41,32	19824	0,60	0,014
23/01/06	6,24	67,48	31203	0,94	0,014
03/02/06	7,6	7,6	1992	0,06	0,008
27/03/06	3,16	11,69	4647	0,14	0,012
29/03/06	1,62	13,25	12282	0,37	0,028
23/04/06	2,64	48,11	97593	2,94	0,061
19/05/06	1,92	17,03	10290	0,31	0,018
25/06/06	5,24	53,5	32863	0,99	0,019
14/09/06	3,81	66,16	243319	7,33	0,111
05/11/06	3,83	90,65	443817	13,37	0,147
Média	6,08	38,25	121909	3,67	0,065

As concentrações de: Alumínio, Cobre e Ferro foram elevadas nos três pontos de monitoramento se comparados com os limites da Resolução CONAMA 357/05. Para os três pontos de monitoramento as concentrações médias de Fosfato foram elevadas se comparadas com o limite da classe 2 para Fósforo total: 0,1 mg/L. As concentrações médias de Zinco total também foram superiores ao limite da Resolução CONAMA 357/05, nos três pontos. Os outros padrões de qualidade apresentaram valores inferiores aos limites estabelecidos por essa Resolução.

Observou-se um aumento nas concentrações no ponto de jusante dos seguintes elementos: Cálcio, Cobre, Ferro, Magnésio, Manganês, Sódio e Zinco, indicando a interferência da área de mineração.

Os valores de turbidez nos pontos de montante e jusante mantiveram-se bem abaixo do limite da classe 2 (100 UNT). Na saída do garimpo o valor médio foi de 91 UNT, com valores variando de 56 a 111 UNT. Constata-se que nos pontos de montante e jusante os valores mantiveram-se bem abaixo do limite da classe 2 estabelecido pela Resolução CONAMA 357 para Classe 2 (100 UNT).

Os valores de sólidos totais, dissolvidos, suspensos, fixos e voláteis foram mais elevados no ponto da saída do garimpo que nos pontos de jusante e montante. A concentração média de sólidos dissolvidos no ponto de garimpo foi de 504 mg/L, com valores variando de 140 a 1586 mg/L, acima do limite da Resolução CONAMA

357/05 (500 mg/L).

Tabela 2: Características de qualidade da água.

Parâmetros	MONTANTE			GARIMPO			JUSANTE		
	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo
Temp (°C)	18,4	21,8	13,1	17,7	21,1	12,4	18,3	23,8	12,2
OD (mg/L)	7,4	8,4	6,1	4,7	6,2	3,2	5,6	6,3	5,1
DBO ₅ (mg/L)	0,9	2,4	0,0	5,1	6,1	3,2	1,6	2,3	0,4
DQO(mg/L)	4,6	6,2	2,1	18,7	28,2	4,0	5,1	10,4	1,5
Cond.(µS/cm)	39	40	32	221	239	204	86	152	65
pH	7,1	7,4	6,9	7,3	7,9	7,0	7,3	7,5	7,2
ST(mg/L)	69	96	45	1519	4823	493	236	652	68
SSt(mg/L)	35	63	5	1016	3689	251	144	464	6
SDt(mg/L)	34	61	13	504	1586	140	92	187	54
SSv(mg/L)	14	30	2	362	1234	56	50	183	2
SSf(mg/L)	21	34	4	653	2455	155	94	281	4
Turb.(UNT)	13	34	4	91	111	56	22	42	6
CT (NMP/100mL)	2,2E+03	2,9E+03	1,4E+03	1,2E+04	4,8E+04	4,1E+03	9,5E+03	1,5E+04	2,0E+03
Ctt (NMP/100mL)	1,5E+02	2,6E+02	8,2E+01	2,8E+03	7,8E+03	3,6E+02	1,1E+03	2,4E+03	3,7E+02
Fosfato(mg/L)	0,409	0,809	0,017	1,091	2,171	0,024	0,472	0,958	0,017
Nitrato(mg/L)	0,459	0,781	0,162	1,123	1,780	0,423	0,504	1,237	0,193
Alcalinidade	13,5	14,5	12,0	75,9	80,4	70,0	21,1	22,6	18,4
Al (mg/L)	1,1557	2,1000	0,6686	0,9974	1,8000	0,5096	0,9833	1,8000	0,4212
Ca (mg/L)	2,8600	3,3000	2,3000	23,2600	50,6000	2,6000	6,4800	8,0000	4,7000
Cu (mg/L)	0,0121	0,0212	0,0009	0,0210	0,0414	0,0009	0,0130	0,0243	0,0009
Cr (mg/L)	0,0028	0,0024	0,0003	0,0034	0,0100	0,0003	0,0029	0,0100	0,0004
Fe (mg/L)	0,4600	0,8000	0,1000	0,9600	1,4000	0,3000	0,6600	1,0000	0,3000
Mg (mg/L)	0,7600	0,8000	0,6000	6,5000	8,0000	3,6000	1,6400	2,1000	1,3000
Mn (mg/L)	0,0049	0,0066	0,0028	0,0157	0,0360	0,0059	0,0061	0,0087	0,0034
Na (mg/L)	2,1800	2,6000	2,0000	6,7800	8,5000	4,8000	2,6800	3,0000	2,5000
Zn (mg/L)	1,3068	5,9000	0,0085	2,2084	10,4000	0,0109	1,3075	5,9000	0,0086

4 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho mostra os primeiros resultados obtidos no monitoramento na Bacia Experimental do Lageado Grande, em São Martinho da Serra, onde são desenvolvidas as atividades de agropecuária e extração de pedras preciosas. Através da análise de alguns eventos selecionados foi possível fazer um estudo inicial do comportamento hidrológico da bacia.

Quanto à análise de qualidade da água os resultados mostram que a contaminação orgânica, é muito pequena, mas com crescimento de montante para jusante da área de extração mineral. Quanto à contaminação bacteriológica esta pode ser justificada pela atividade agropastoril que é desenvolvida no entorno das áreas de garimpo da bacia em estudo.

As concentrações elevadas de alguns metais podem ser devido às características do solo da bacia, mas cabe salientar que a atividade de garimpo aumentou os teores naturais de alguns desses parâmetros na água, devido à dissolução de compostos químicos, da rocha ou do solo na drenagem.

Os elevados valores de condutividade elétrica no ponto de garimpo indicam a presença de sais dissolvidos

na água, de origem geoquímica. Além disso, houve um grande aumento nas concentrações de sólidos e turbidez após a área de extração mineral, devido aos grandes remanejamentos de rochas e movimentações de terra. A carga poluente consiste basicamente de sedimentos, provenientes das atividades de garimpo e agropecuária, que são transportados para o corpo d'água durante o escoamento superficial.

Avalia-se os resultados obtidos como satisfatórios para os primeiros anos de implantação da bacia experimental, entretanto necessita-se de mais medições e a coleta de outras informações para que o projeto possa cumprir seus objetivos. A implantação de uma bacia experimental apresenta vários desafios e dificuldades devendo ser garantida sua continuidade por um período longo que resulte em informações consistentes.

AGRADECIMENTOS

À FAPERGS pelo auxílio à pesquisa; ao CNPq e à CAPES pelas bolsas de pesquisa, iniciação científica e mestrado concedidas; aos técnicos de laboratório Alcides Sartori e Thiago Augusto Formentini e aos alunos de iniciação científica Álisson Milani, Débora Missio, Fábio Mari Malqui, Felipe Dal'Masso e Letícia Zorzella pelo auxílio nos trabalhos de campo e análises de qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA, WEF (1998) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20.Ed., Washington DC: American Public Health Association.

BRAKENSIEK, D.L.; OSBORN, H.B.; RAWLS, W.J. (1979) Field Manual for Research in Agricultural Hydrology. Beltsville: United States Department of Agriculture.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). (2005) Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 375, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF.

MACÊDO, J.B. de. (2001) Métodos laboratoriais de análises físico-químicas & microbiológicas. Águas & Águas. Juiz de Fora – MG.

RIGHETTO, A. M.; MEDEIROS, V. M. A.; MOREIRA, L. F. F. (2005) Implantação da Bacia Experimental de Serra Negra do Norte, RN. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa.

UMEZAWA, P.K. (1979) Previsão de deplúvio (washload) em rios de áreas elevadas. 1979. 217 p. Dissertação (Mestrado em Hidrologia Aplicada). Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.