

MONITORAMENTO DAS BOCAS DE MINAS ABANDONADAS COM DRENAGENS ÁCIDAS, NA ÁREA CORRESPONDENTE À BACIA CARBONÍFERA DE SANTA CATARINA.

Antônio Silvio Jornadas Krebs¹; Tiago Meis Amboni²; Roberto Romano Neto³; Marcio Zanuz⁴; Cléber José Baldoni Gomes⁵ & José Eduardo Amaral⁶

Resumo

O monitoramento das bocas de minas abandonadas que geram drenagem ácida é parte integrante do Programa de Recuperação Ambiental, desenvolvido pela Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina – SATC, em parceria com a CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Até o presente momento já foram cadastradas, de forma sistemática, 809 bocas de minas abandonadas, sendo que 192 destas geram drenagem ácida. Com o objetivo de avaliar o comprometimento ambiental dos recursos hídricos, foram selecionados, 30 pontos para constituir a rede de monitoramento de bocas de minas, distribuídos, estrategicamente, ao longo da bacia carbonífera. Já foram realizadas três campanhas de monitoramento com periodicidade semestral e a interpretação dos resultados de análises demonstrou que praticamente não houve nenhuma melhoria na qualidade de água oriunda dessas bocas de minas abandonadas. Atualmente as empresas que trabalham no setor carbonífero estão realizando a recuperação ambiental de seus passivos ambientais e algumas delas estão executando estudos geológicos e hidrogeológicos detalhados em áreas de sua titularidade. A partir destes trabalhos será possível então, definirem-se quais as bocas de mina que poderão efetivamente ser tamponadas e quais deverão ter a drenagem ácida tratada.

¹ Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina – SATC. Rua Pascoal Meller, 73. Bairro Universitário. Cep:88805-380. Criciúma – SC. Fone: (48) 34317613 – Fax (48) 34317650. antonio.krebs@satc.edu.br.

² Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina – SATC. Rua Pascoal Meller, 73. Bairro Universitário. Cep:88805-380. Criciúma – SC. Fone: (48) 34317613 – Fax (48) 34317650. tiago.amboni@satc.edu.br.

³ Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina – SATC. Rua Pascoal Meller, 73. Bairro Universitário. Cep:88805-380. Criciúma – SC. Fone: (48) 34317613 – Fax (48) 34317650. roberto.romano@satc.edu.br.

⁴ Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina – SATC. Rua Pascoal Meller, 73. Bairro Universitário. Cep:88805-380. Criciúma – SC. Fone: (48) 34317613 – Fax (48) 34317650. marcio.zanuz@satc.edu.br.

⁵ Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina – SIECESC. Rua Pascoal Meller, 73. Bairro Universitário. Cep:88805-380. Criciúma – SC. Fone: (48) 34317613 – Fax (48) 34317650. cleber.gomes@satc.edu.br.

⁶ Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Rua Pascoal Meller, 73. Bairro Universitário. Cep:88805-380. Criciúma – SC. Fone: (48) 34317607 – Fax (48) 34317650. jeamaral02@yahoo.com.br.

Abstract

The monitoring of abandoned mine openings from which the acid mine drainage (AMD) flows through is part of an environmental reclamation program that has been developed by the Santa Catarina's Coal Industry Beneficent Association – SATC, in partnership with the Brazilian Geological Survey – CPRM. Until the present moment, it has been mapped and registered, in a systematic way, 809 mining openings and from this total 192 have AMD generation. With the aim of to evaluate the water resources environmental damages it was selected 30 points to build a mine openings monitoring net along the whole coal basin. It has already developed three monitoring campaigns and the results interpretation couldn't show any quality improvement in the water that flows from the mining openings. The coal mining companies have been reclaiming their impacted areas and some of them have been executing the geological and hydrogeological detailed studies for open mouth closing projects. With these studies it will be possible to be defined which mining openings could be effectively dammed and the ones that will need an AMD treatment system installed.

Palavras-Chave – Monitoramento, bocas de mina, drenagem ácida.

1 - INTRODUÇÃO

A degradação ambiental da região carbonífera sul-catarinense e em especial o comprometimento dos recursos hídricos, motivaram o Ministério Público Federal (MPF) a mover uma ação pública (sentença nº 20.097, de 05.01.2000, proferida pela Justiça Federal). Esta sentença condenou solidariamente a União, o estado de Santa Catarina e as empresas mineradoras a promoverem a recuperação ambiental da área atingida pela atividade de extração de carvão no sul do estado. Em consequência disso, foi concebido o Programa de Recuperação Ambiental para a Bacia Carbonífera, que é constituído por vários projetos que objetivam a recuperação dos recursos hídricos, solo fauna e flora da referida bacia.

O acompanhamento deste programa, por parte do MPF, é realiza através da elaboração de relatórios, intitulados “relatórios de monitoramento dos indicadores ambientais” (BRASIL, 2009) os quais são encaminhados ao MPF para avaliação e posteriormente encaminhados ao Juiz Federal para homologação.

O monitoramento é um instrumento utilizado para avaliar o desempenho de projetos de recuperação ambiental e deve ser projetado para operar por vários anos ou até décadas. Os resultados serão interpretados através da comparação com os padrões de qualidade ambiental.

Semestralmente é realizada a medida de vazão e coletadas amostras de água em todas as bocas de minas abandonadas (BMA) que integram à rede de monitoramento para análises

laboratoriais. São analisados os seguintes parâmetros: pH, acidez, condutividade elétrica, ferro, alumínio, manganês e sulfatos.

A interpretação dos resultados de análises confirmou a alta carga de poluentes lançados ao meio ambiente, evidenciando que as drenagens ácidas de minas (DAM's) oriundas das BMA's, constituem importante fonte de contaminação dos recursos hídricos da região, de complexa resolução, porque necessita tratamento químico contínuo, fato este que torna o processo oneroso e logisticamente inviável, em áreas de difícil acesso e sem energia elétrica.

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

Avaliar impacto ambiental das bocas de minas abandonadas sobre os recursos hídricos na área correspondente à bacia carbonífera de Santa Catarina.

2.2 – Objetivos Específicos

- Definir uma rede de monitoramento para as bocas de minas abandonadas que geram DAM;
- Interpretar os resultados de análises realizadas nas amostras de águas coletadas;
- Identificar e caracterizar as bocas de minas abandonadas existentes na região carbonífera de Santa Catarina.

3 - CADASTRAMENTO DE BOCAS DE MINAS ABANDONADAS

O termo “boca de mina” é usado neste trabalho para designar as aberturas construídas para acesso à camada de carvão nas minas subterrâneas e incluem: plano inclinado, galerias de encosta, poço de ventilação e poço de serviço. Além das obras de acesso, também, foram mapeados os caimentos de mina, furos de sondagem e poços de pesquisa.

No georreferenciamento dessas bocas de minas foram utilizados aparelhos GPS de navegação de 12 canais e, quando possível, ajustadas às ortofotocartas do DNPM, produzidas pelo voo de fevereiro de 2002. Por essa razão é possível que haja incorreções de localização decorrentes das limitações do equipamento utilizado e da base cartográfica, principalmente das bocas de minas situadas em áreas com cobertura vegetal que interferem no sinal do GPS, e cuja localização foi obtida de forma expedita com auxílio de bússola e passos aferidos.

Os dados de campo foram incorporados a um sistema de informações geográficas e representados em mapa com a base topográfica do IBGE e podem, em razão da mudança da base cartográfica, incorporar alguma incorreção de posicionamento. Portanto, fica registrado que a localização das bocas de minas pode apresentar incorreção, recomendando-se georreferenciamento com auxílio de GPS geodésico, inclusive, para determinação da altitude das bocas de minas.

É importante destacar que este trabalho apresenta a relação das bocas de minas cadastradas até abril de 2010, sendo bastante provável que exista um número maior de bocas de minas.

Entre os meses de setembro de 2002 e abril de 2010 toda a região carbonífera foi percorrida pelos técnicos da CPRM e do SIECESC/SATC para o trabalho de mapeamento, tendo sido cadastradas 809 bocas de minas, sendo que deste total 49% estão fechadas e 51% estão abertas. A

Tabela 1 mostra o balanço das bocas de minas cadastradas até aquela data. A Figura 1 ilustra a localização das referidas bocas de minas.

Tabela 1: Bocas de minas cadastradas até abril de 2010.

Classificação	Aberta	%	Fechada	%	Total %	
Com entrada de água superficial	77	10%	14	2%	91	12%
Com saída de DAM	117	14%	75	9%	192	23%
Sem DAM	216	27%	310	0%	526	65%
Total	410	51%	386	49%	809	100%

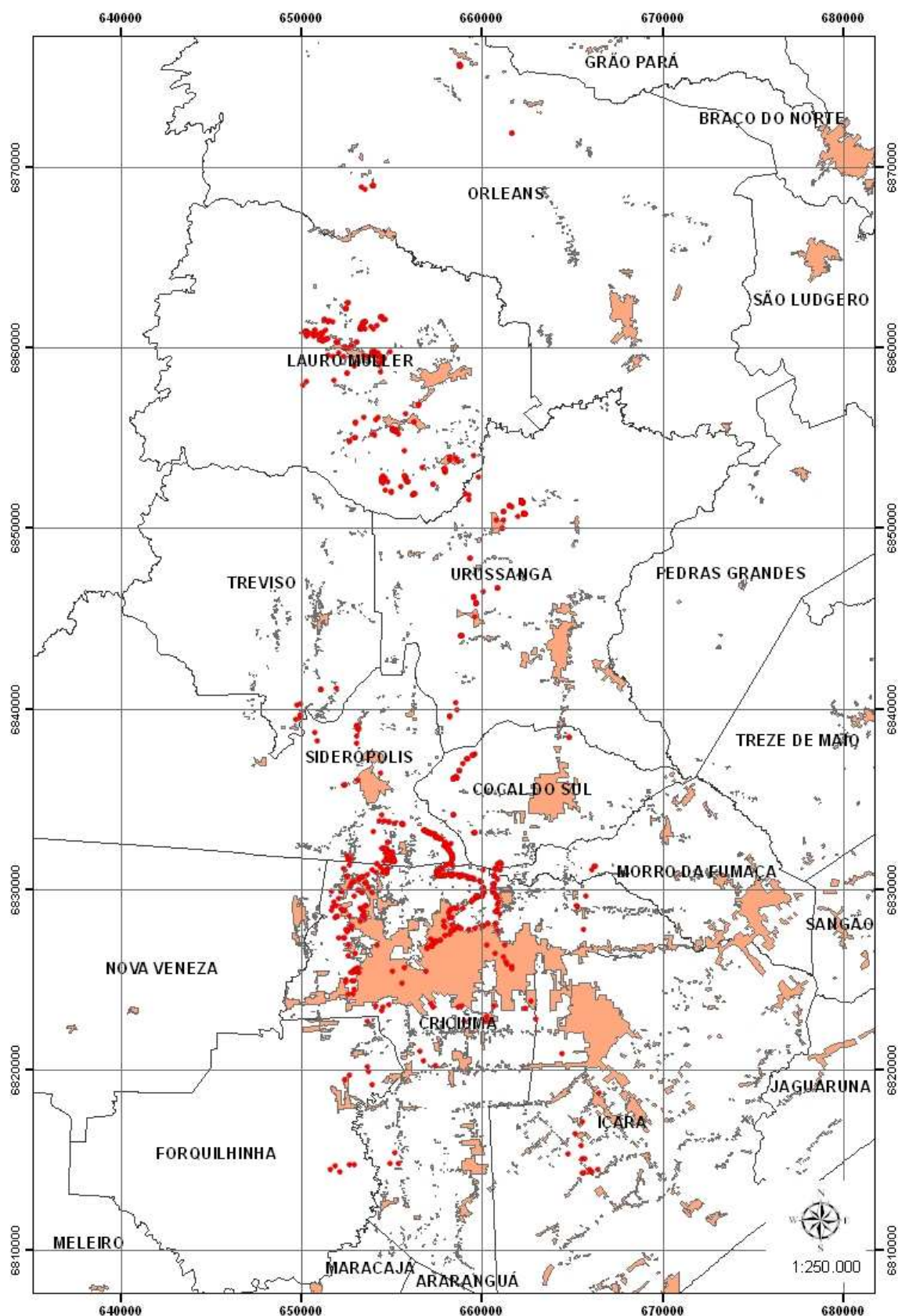


Figura 1: Bocas de minas abandonadas cadastradas até abril de 2010.

Do total de bocas de minas cadastradas mostradas na Tabela 1, 192 drenam água ácida, outras 91 apresentam afluência de água de superfície (drenagem natural, aquífero, água pluvial ou esgoto

doméstico ou água industrial) para o seu interior. Essas bocas de minas apresentam os maiores riscos ambientais, pois contribuem com descarga de drenagem ácida para as bacias dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão (AMBONI, 2009).

3 - MONITORAMENTO DAS BMA's

4.1 - Trabalhos Executados

O plano de monitoramento foi elaborado a partir da base de dados disponíveis sobre a atividade de mineração de carvão que inclui:

- Mapa das áreas degradadas em superfície obtidas a partir da interpretação de fotografias aéreas;
- Mapas de unidades mineiras subterrâneas;
- Mapas geológicos e hidrogeológicos;
- Dados de monitoramento de recursos hídricos de superfície e subterrâneos.

A análise destas informações possibilitou a seleção dos parâmetros, distribuição e dimensionamento da rede de amostragem para os recursos hídricos.

Os indicadores definidos nesta proposta estão voltados ao monitoramento da qualidade ambiental, evidenciando o impacto oriundo das bocas de minas abandonadas e acompanhando as características químicas e vazões dessas drenagens.

4.2 – Definição da Rede de Pontos e Parâmetros do Monitoramento

Os parâmetros indicados para o monitoramento da qualidade ambiental das drenagens ácidas de minas são: vazão, pH, ferro total, manganês total, acidez total, condutividade elétrica, alumínio total e sulfatos.

Para definição da rede de monitoramento foram levados em considerações os critérios geológicos e hidrogeológicos da área, presença de áreas mineradas em subsolo, facilidade de acesso e proximidade de corpos de água e nascentes. Desta forma foram selecionadas trinta bocas de minas estrategicamente distribuídas ao longo das três bacias hidrográficas, sendo que 17 na bacia do rio Araranguá, 5 na bacia do rio Urussanga e 8 na bacia do rio Tubarão. A Figura 2 mostra a localização de todas as bocas de minas que constituem a rede de monitoramento.

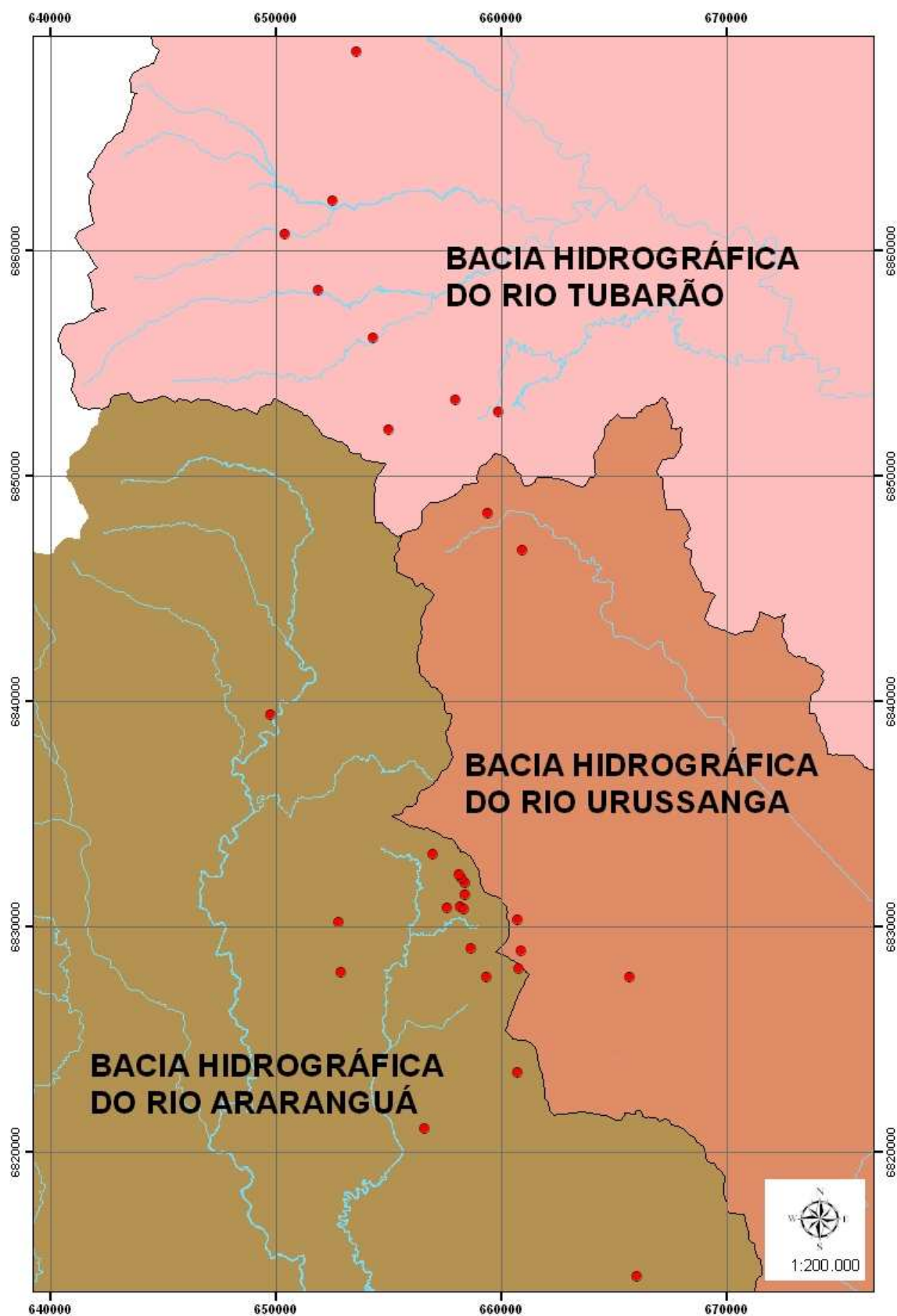


Figura 2: Rede de monitoramento das BMA's.

4.3 - Caracterização de alguns pontos monitorados na bacia do rio Araranguá

Na bacia do rio Araranguá o principal rio impactado pela atividade carbonífera é o Mãe Luzia, que é um dos formadores do rio Araranguá. Todas as unidades mineiras existentes nesta bacia estão posicionadas na sub-bacia do rio Mãe Luzia. O impacto sobre este rio inicia-se no seu alto curso, a partir de DAM gerada pelas bocas de minas abandonadas da Mina Rossi (Figura 3), até sua foz com o rio Araranguá.

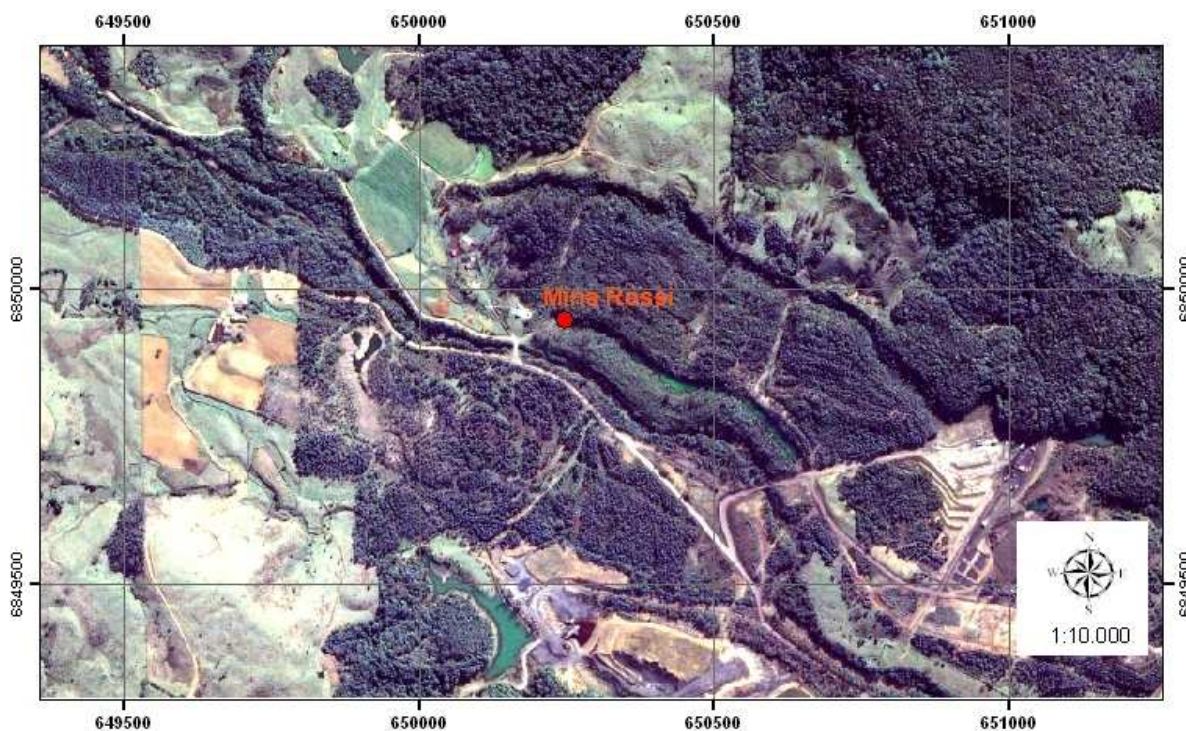


Figura 3: Localização da mina Rossi, primeiro ponto de contribuição de DAM no rio Mãe Luzia.

A Figura 4 mostra a localização da boca de mina abandonada cadastrada como 25BM0642 nas margens do rio Mãe Luzia, em seu alto curso, município de Treviso. Esta boca corresponde a um furo de sonda executado para pesquisa de carvão, que se encontra aberto. O referido furo gera DAM, com vazão média de 5 L/s, o pH constatado nas campanhas de monitoramento foi próximo a 4,5, indicando um alto índice de acidez.

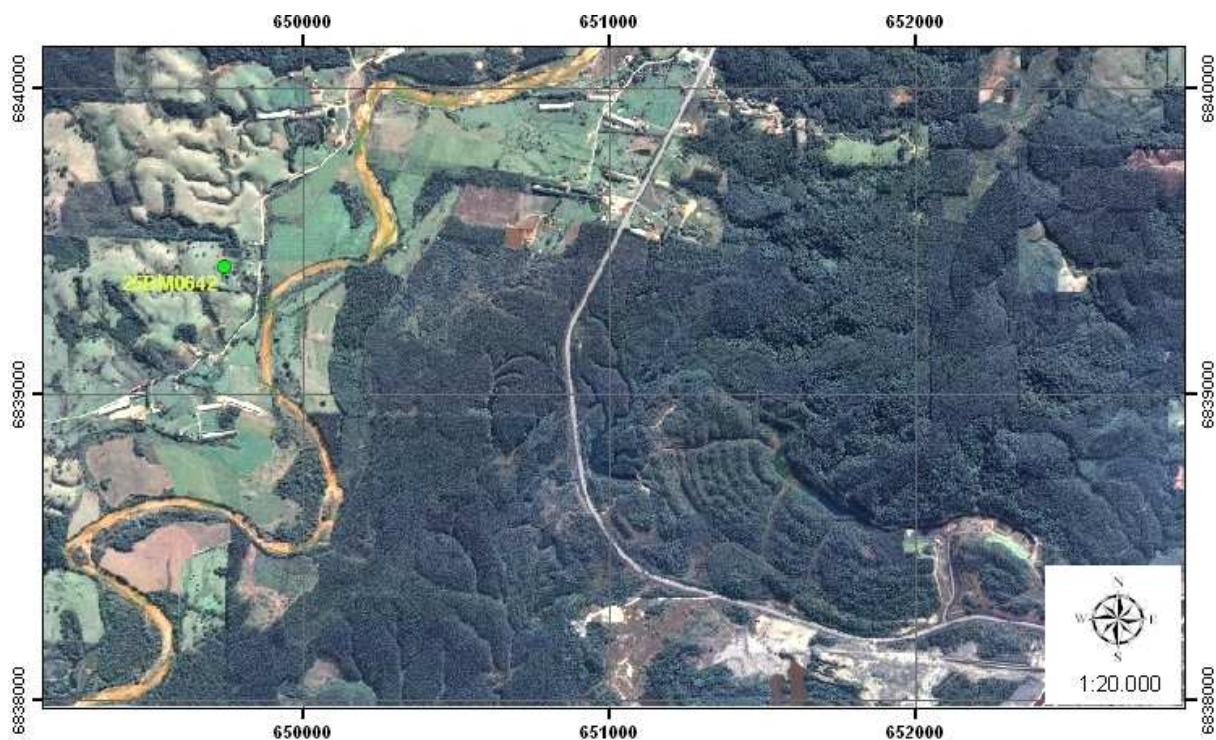


Figura 4: Localização da boca de mina 25BM0642.

Pode-se observar a coloração amarelada no rio Mãe Luzia devido à presença de óxidos de ferro, provenientes de áreas com rejeitos carbono-piríticos expostos e de outras BMA's situadas a montante. Entre as coordenadas 651000 e 652000 ao sul, observam-se, também cavas e montes de estéreis, provenientes de mineração de carvão a céu aberto, realizada em épocas passadas.

A Figura 5 mostra a área de nascente do rio Sangão, nas proximidades da BMA 04BM0202. A leitura da referida figura permite verificar que este rio está impactado desde sua área de nascentes. Nesta área, a camada de carvão Barro Branco aflora de maneira contínua ao longo de toda encosta inferior do morro Cechinel, visto na porção leste da referida figura. Pelo fato desta camada aflorar na encosta existem dezenas de BMA's nesta área, sendo que algumas delas geram expressiva vazão de DAM (Krebs, 2004).

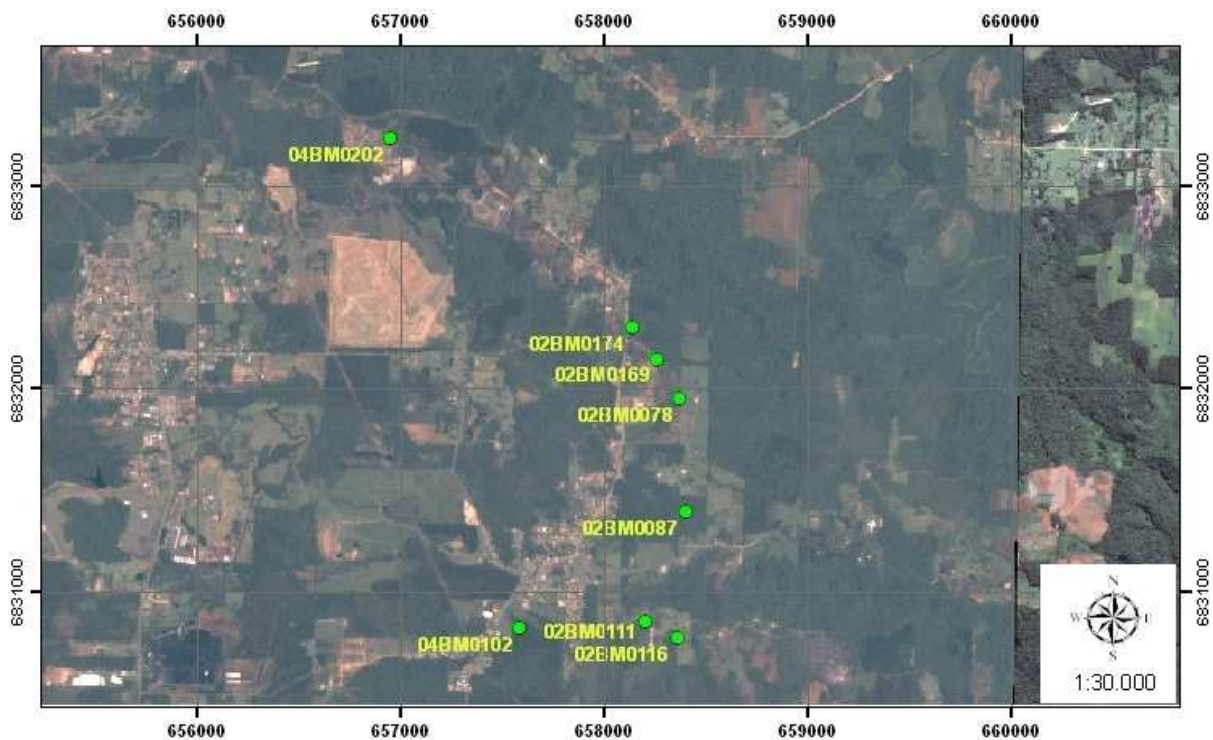


Figura 5: Localização de oito BMA's no morro Cechinel.

Na Figura 5 estão representadas somente as BMA's com DAM incluídas na rede de monitoramento. A BMA 02BM0116, apresenta uma vazão média de 90 L/s, pH 3,2 e aporta ao rio Sangão aproximadamente 3,3 ton/dia de carga ácida.

A Figura 6 ilustra outra área impactada pela atividade carbonífera, na bacia do rio Araranguá. Esta área situa-se dentro do perímetro urbano de Criciúma, na sub-bacia do rio Sangão, que constitui o principal afluente do rio Mãe Luzia pela sua margem esquerda. No bairro Santa Augusta, o rio Sangão recebe pela margem esquerda, as águas do rio Criciúma, fortemente contaminadas por efluentes domésticos e industriais, além de águas ácidas oriundas de bocas de minas. Neste local há uma clara evidência da recarga do aquífero subterrâneo por água ácida, através da infiltração proveniente das águas contidas nas galerias onde foi minerada a Camada Barro Branco na antiga Mina Santa Augusta, que se encontra aproximadamente 15m acima da Mina Santa Augusta – Irapuá. Este fato foi verificado *in loco*, pela observação do severo gotejamento do arenito que constitui o teto na Mina Santa Augusta – Irapuá. Somada a esta infiltração há também a recarga através de fraturamentos, da água ácida com metais solubilizados, proveniente do rio Sangão.

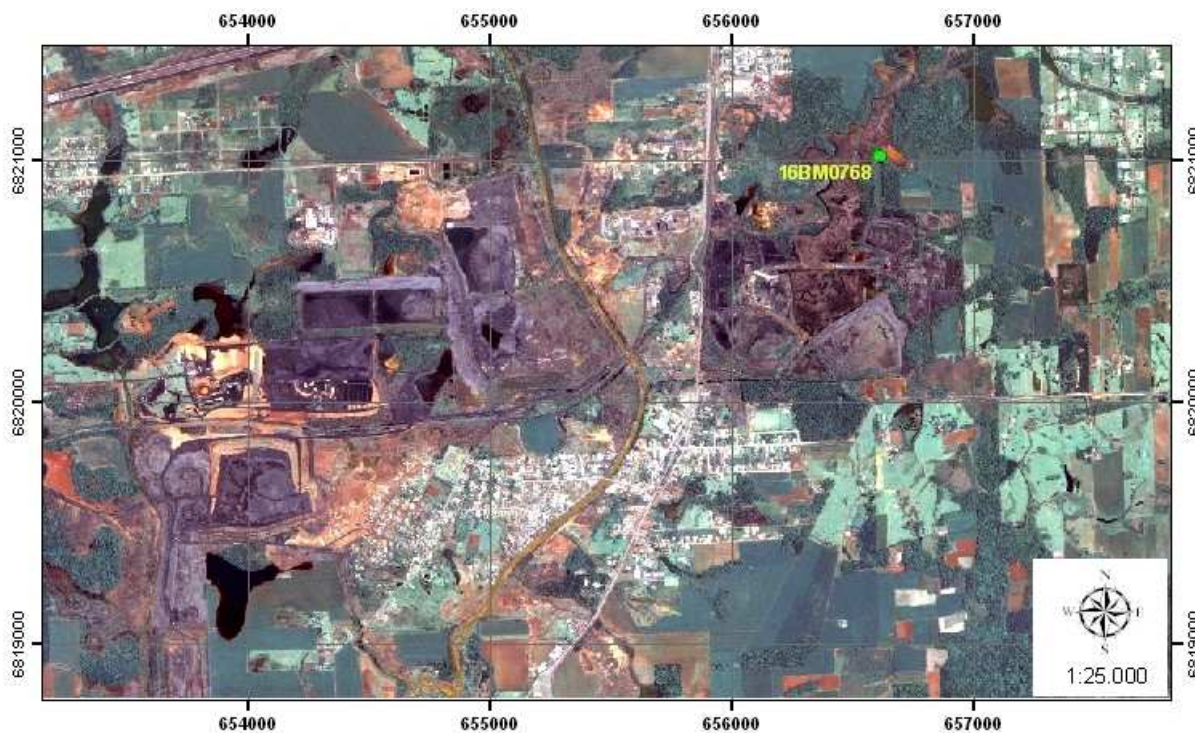


Figura 6: Localização da boca de mina 16BM0768.

A boca de mina abandonada 16BM0768 corresponde a um poço de ventilação, com aproximadamente 100 metros de profundidade, de uma antiga mina subterrânea de carvão, denominada “Mina A”, de titularidade da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Cabe ressaltar que esta área encontra-se atualmente em fase de recuperação ambiental pela referida empresa.

A vazão média desta BMA é de 10,8 L/s e aporta ao rio Sangão, em seu médio curso, uma carga de 375 kg/dia de acidez.

4.4 - Caracterização de um ponto monitorado na bacia do rio Urussanga

A Figura 7 mostra próxima à linha indicada pela coordenada 660000, o divisor de águas de duas bacias hidrográficas: ao leste a do rio Urussanga e ao oeste a do rio Araranguá. Observa-se também, ao sul, parte da mancha urbana da cidade de Criciúma. Estas BMA’s posicionam-se na encosta inferior do Morro Cechinel. Nesta figura, pode-se verificar que ocorrem bocas de minas em ambos os lados do referido morro. Os trabalhos de cadastramento de bocas de minas abandonadas demonstraram que nas encostas do Morro Cechinel existem mais de 200 BMA’s cadastradas.

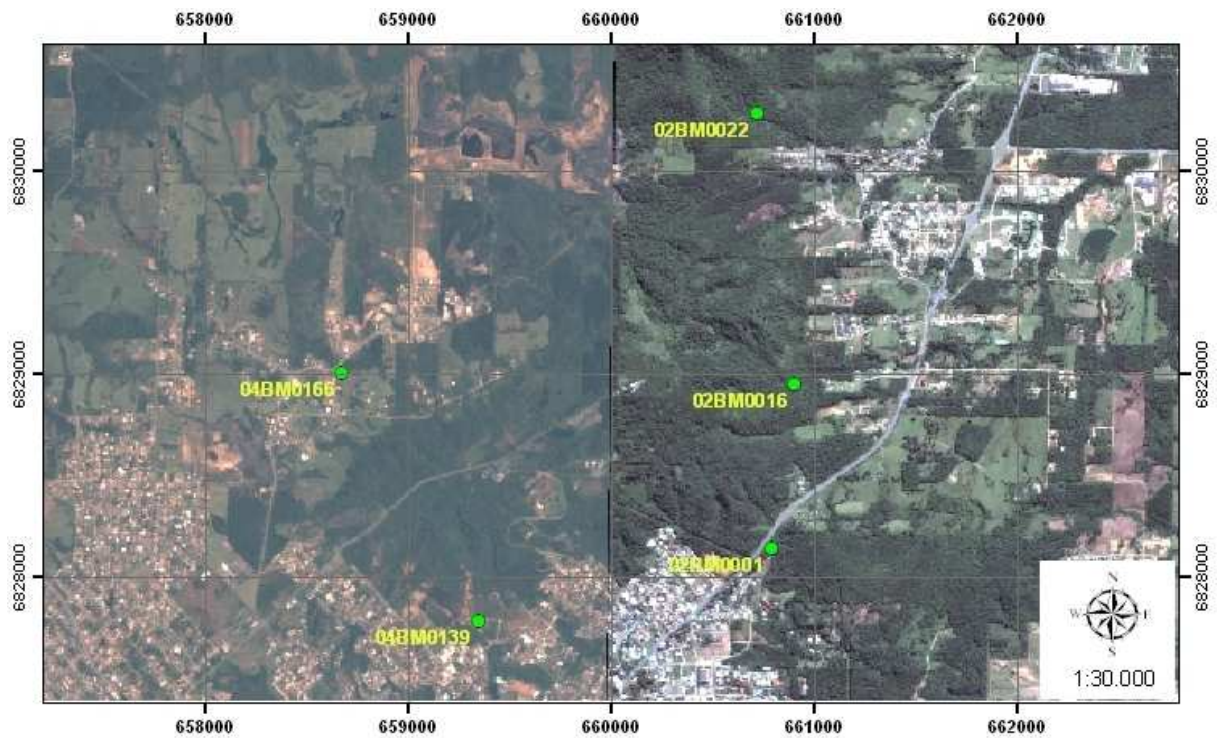


Figura 7: Divisor de águas das bacias dos rios Araranguá e Urussanga, com cinco BMA's cadastradas.

A BMA 02BM0016, mostrada em detalhe na Figura 8, possui uma vazão média de 18L/s e pH 3,0. Neste local foi realizado, do ano de 2004 a 2009, um projeto piloto de caracterização e tratamento do efluente.



Figura 8: Detalhe da boca de mina 02BM0016.

O sistema de tratamento testado ocorreu através do aumento de pH, e conseqüentemente a precipitação dos metais, com a adição de cal. Posteriormente realizou-se a flotação por ar

dissolvido, com a adição de um hidrofobizante. Os resultados obtidos com este trabalho indicaram que este tratamento, já utilizado em estações de minas ativas, possui um custo alto, inviabilizando este tipo de tratamento para as BMA's.

4.4 - Caracterização de um ponto monitorado na bacia do rio Tubarão

A Figura 9 mostra uma BMA posicionada na margem esquerda do rio Oratório, que constitui um dos principais afluentes do rio Tubarão. Além da BMA mostrada na foto, existem varias outras cadastradas neste local. Nesta área o substrato rochoso é constituído por arenitos da Formação Rio Bonito, que contém as camadas de carvão explotadas. Neste caso a camada de carvão Barro Branco aflora de maneira contínua nas proximidades do rio Rocinha e, conseqüentemente, existem nesta porção varia BMA's gerando DAM, que causam o comprometimento das águas do referido rio.

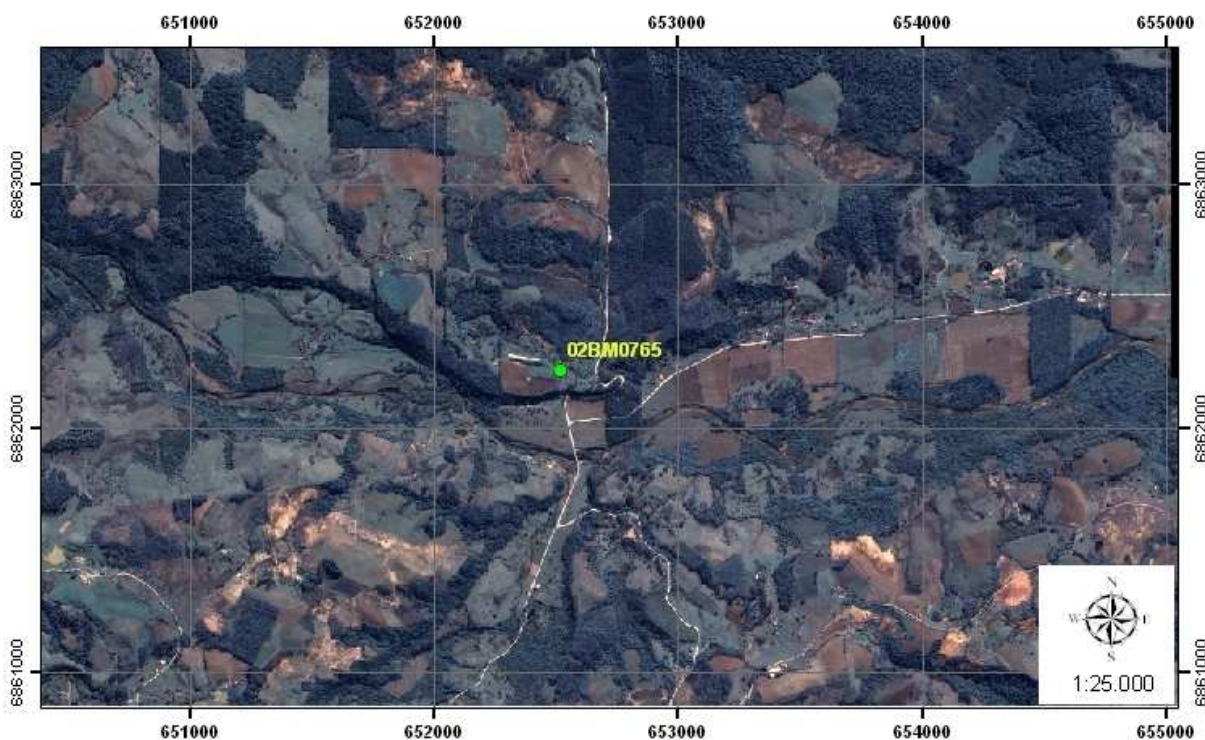


Figura 9: Localização da boca de mina 02BM0765.

Os resultados de análises apresentados na Tabela 2 indicam que esta BMA possui vazão média de 4,7 L/s e pH 3,5 e lança uma carga ácida de 98 kg/dia.

4.5 - Resultados de análises

Até o presente momento foram realizadas três campanhas. A Tabela 2 mostra os resultados de análises e vazões obtidas na primeira e segunda campanha de monitoramento.

Tabela 2: Resultados de análises das BMA's monitoradas.

Código	Campanha	Coordenadas		Bacia	Vazão (L/s)	pH	Acidez Total (mg/L CaCO ₃)	Condutividade (uS/cm)	Sulfato (mg/L)	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
		UTME	UTMN									
02BM0001	1	660784	6828144	Ararangua	7	3,1	208,2	1904	407	231	1,37	0,9
02BM0016	1	660900	6828955	Urussanga	28	2,9	409,4	1405	519	38,5	2,14	2,17
02BM0022	1	660713	6830287	Urussanga	54	2,9	513,5	1447	798	57,3	40,89	3,13
02BM0078	1	658370	6831956	Ararangua	13	2,7	1011,7	1998	748	64,1	200,28	6,78
02BM0087	1	658399	6831403	Ararangua	9	3,5	273,1	1091	590	15,3	30,64	3,12
02BM0111	1	658201	6830864	Ararangua	9	3,3	325,7	1210	663	25,7	30,89	3,12
02BM0116	1	658355	6830787	Ararangua	149,8	3,2	370,5	1226	664	31,4	29,97	3,33
02BM0169	1	658258	6832153	Ararangua	7	2,9	440,7	1236	615	38,7	44,87	2,46
02BM0174	1	658135	6832308	Ararangua	11	2,9	440,7	1233	609	38,7	45,05	2,46
02BM0566	1	657951	6853378	Tubarao	0,1	3,8	52,2	178	60	7,2	0,9	0,22
02BM0567	1	654328	6856165	Tubarao	130	3,3	225,8	941	467	14,7	48,7	2,25
02BM0568	1	650391	6860730	Tubarao	3	3,2	119,6	575	206	13,2	2,26	0,67
02BM0597	1	655025	6852065	Tubarao	15	3,2	123,1	785	320	11,4	1,43	1,24
02BM0710	1	660914	6846709	Urussanga	22	2,9	282,6	955	346	21,5	27,11	3,45
02BM0765	1	652513	6862242	Tubarao	6	3,5	60,5	243	61	2,5	9,72	0,41
04BM0102	1	657584	6830830	Ararangua	2	3,2	368,8	1232	680	30,4	30,68	3,26
04BM0139	1	659340	6827786	Ararangua	2	4,1	50,3	456	129	0,5	0,24	0,21
04BM0166	1	658669	6829011	Ararangua	10	2,8	384,5	1414	537	44,8	14,33	3,04
04BM0202	1	656949	6833240	Ararangua	12	3	413,2	1111	471	30	52,39	3,36
04BM0565	1	659379	6848385	Urussanga	19	2,6	1249	2050	1327	162,6	78,55	4,46
04BM0569	1	653560	6868843	Tubarao	30	4,4	191,6	589	290	7,6	55,03	1,87
04BM0766	1	651862	6858271	Tubarao	13	3,9	23,1	188	61	1,9	0,84	0,79
08BM0338	1	652862	6827967	Ararangua	180	4,3	508,2	1296	621	21,5	138,62	4,18
08BM0388	1	660700	6823550	Ararangua	6	2,8	174,4	696	125	8,8	5,79	0,5
08BM0394	1	665687	6827786	Urussanga	2,8	2,7	978,5	1791	681	78,7	197,77	4,23
16BM0768	1	656605	6821016	Ararangua	12	6,3	399,8	2420	1390	-1	169,38	6,23
25BM0427	1	666030	6814484	Ararangua	0,2	5,9	613,12	3040	2615	1,3	164,65	7,56
25BM0642	1	649745	6839420	Ararangua	0,1	4,4	478,5	1476	1470	12,3	203,49	8,02
27BM0302	1	652768	6830180	Ararangua	13	2,6	2644,1	3270	2212	307,1	303,09	17,46
27BM0574	1	659859	6852887	Tubarao	21	2,5	4018,5	4610	3678	388,1	713,2	52,03
02BM0001	2	660784	6828144	Ararangua	2,22	3,2	204	1173	132,2	10,01	1,26	1,08
02BM0016	2	660900	6828955	Urussanga	8,94	3,1	257,6	1323	187	24,47	0,94	1,75
02BM0022	2	660713	6830287	Urussanga	7,28	3,1	434,3	1438	303,8	32,41	41,57	2,7
02BM0078	2	658370	6831956	Ararangua	10,68	2,7	1214,5	2290	1100	49,19	176,07	7,92
02BM0087	2	658399	6831403	Ararangua	12,7	3,4	242,4	1218	455,2	14,18	36,34	3,48
02BM0111	2	658201	6830864	Ararangua	2,48	3	333,3	1425	224,6	21,99	25,89	3,5
02BM0116	2	658355	6830787	Ararangua	30,42	3,5	479,8	1639	561	34,89	109,07	8,08
02BM0169	2	658258	6832153	Ararangua	12,51	6,2	66,3	694	25	1,6	29,18	1,2
02BM0174	2	658135	6832308	Ararangua	3,18	3,1	300,4	1015	230,1	15,38	48,94	2,07
02BM0566	2	657951	6853378	Tubarao	16,88	4,6	187,7	872	212,2	3,84	68,8	2,95
02BM0567	2	654328	6856165	Tubarao	18,01	3,4	270,2	1102	294,9	7,52	52,96	2,43
02BM0568	2	650391	6860730	Tubarao	1,66	3,2	212,1	692	65,7	14,14	3,87	0,85
02BM0597	2	655025	6852065	Tubarao	0,3	3,5	156,6	706	104,5	5,62	1,38	1,3
02BM0710	2	660914	6846709	Urussanga	1,43	3,3	502,5	832	285,2	92,5	30,15	0,37
02BM0765	2	652513	6862242	Tubarao	3,45	3,4	116,2	342	43,7	2,56	8,8	0,57
04BM0102	2	657584	6830830	Ararangua	0,2	3,1	328,2	900	130,2	19,98	30,27	2,41
04BM0139	2	659340	6827786	Ararangua	4,81	4,6	23	394	73,9	1,08	4,2	0,66
04BM0166	2	658669	6829011	Ararangua	0,3	4,2	94,4	670	52,8	8,59	7,39	1,11
04BM0202	2	656949	6833240	Ararangua	7,39	2,9	1338,2	2380	1318	78,04	297,74	9,12
04BM0565	2	659379	6848385	Urussanga	8,11	2,7	1691,8	2490	1318	195,09	128,26	7,76
04BM0569	2	653560	6868843	Tubarao	22,92	3,2	578,2	1190	356,8	19,1	128,74	2,54
04BM0766	2	651862	6858271	Tubarao	43,16	5,5	240,7	1377	356,1	1,86	67,78	3,11
08BM0338	2	652862	6827967	Ararangua	230,38	4,4	373,3	1443	374,4	9,54	136,32	4,08
08BM0388	2	660700	6823550	Ararangua	0,2	3,1	154	6,12	116,5	5,54	5,08	0,45
08BM0394	2	665687	6827786	Urussanga	1,9	2,8	328,2	1812	328,3	0,5	62,56	8,23
16BM0768	2	656605	6821016	Ararangua	9,65	6,3	403,9	3030	1185	1,6	185,08	4,6
25BM0427	2	666030	6814484	Ararangua	0,2	5,8	945,6	4700	1647,6	2,31	184,7	5,06
25BM0642	2	649745	6839420	Ararangua	10,02	4,6	578,3	2240	1018	10,6	194,58	5,37
27BM0302	2	652768	6830180	Ararangua	20,73	3,1	512,6	1383	305,8	58,15	51,12	4,16
27BM0574	2	659859	6852887	Tubarao	49,02	2,6	5004,6	6270	3725,5	380,27	1098,8	61,34

Considerando as informações apresentadas na referida tabela, pode-se constatar que somente as trinta bocas de minas monitoradas lançam uma carga diária de mais de 37 toneladas nos cursos de água que drenam a região carbonífera de Santa Catarina.

5 - CONCLUSÕES

Os trabalhos realizados demonstraram que a drenagem ácida oriunda das bocas de minas contribui efetivamente para a recarga dos aquíferos, bem como para aumentar a vazão de diversos

cursos d'águas na região carbonífera. WALTER (2008) demonstrou que a drenagem ácida oriunda das BMA's representa 40% da vazão apresentada pelo rio Tonim, principal afluente do rio Sangão.

O monitoramento realizado até o presente momento demonstrou que praticamente não houve nenhuma melhoria na qualidade de água oriunda dessas bocas de minas abandonadas. Desta forma percebe-se a necessidade imediata de se executarem medidas mitigadoras no sentido de se equacionar este complexo problema. No entanto não basta simplesmente tamponar as bocas de minas geradoras de drenagens ácidas, pois antes é necessário ter um bom entendimento do comportamento hidrogeológico e estrutural da área, para que se possa conhecer o sentido de fluxo das águas subterrâneas. O desconhecimento desse fato poderá ocasionar problemas graves, visto que em algumas situações ocorreram trabalhos de tamponamentos em BMA's e, após algum tempo, surgiram infiltrações em vários lugares próximos à mesma, em locais não desejados.

Todas as empresas que trabalham no setor carbonífero assumiram a responsabilidade pelas BMA's existentes em suas áreas, através da assinatura de um termo de Ajuste de Conduta (TAC) com o MPF. Como consequência, estas empresas estão executando a recuperação ambiental de seus passivos ambientais e algumas delas estão executando estudos geológicos e hidrogeológicos detalhados em áreas de suas titularidades. A partir destes trabalhos será possível então, definir quais BMA's poderão efetivamente ser tamponadas e quais deverão ter a drenagem ácida tratada.

O monitoramento das BMA's, dentro desse contexto, constitui-se em um dos principais indicadores ambientais para se avaliar a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subsuperficiais da bacia carbonífera de Santa Catarina. Pode também ser utilizado para avaliar a eficácia das ações de recuperação ambiental, à medida que as mesmas vão sendo implantadas pelas empresas carboníferas.

6 - CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

AMBONI, T. M. **Adaptação de um índice de qualidade de água para avaliação de áreas impactadas pela mineração de carvão: Aplicação na sub-bacia do rio Mãe Luzia.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, 2009.

BRASIL Justiça Federal. 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. Processo nº 2000.72.04.002543-9. Autor: Ministério Público Federal. Réu: Nova Próspera Mineração S.A. e outros. Recuperação dos passivos ambientais decorrentes da mineração de carvão no sul do Estado de Santa Catarina. **Segundo relatório de monitoramento dos indicadores ambientais.** Criciúma, jul. 2008. 192 p.

KREBS, A. S. J. 2004. Contribuição ao Conhecimento dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, SC. Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 376 p. 2v. (Tese de Doutorado)

WALTER, T. P. Contribuição do escoamento superficial de água proveniente das atividades associadas à mineração na qualidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Tonim - Município de Criciúma/SC. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, 2008.