

MONITORAMENTO DE INDICADORES AMBIENTAIS NA BACIA CARBONÍFERA DE SANTA CATARINA

Roberto ROMANO NETO¹; Luciane GARAVAGLIA²; Ricardo VICENTE³; Vanessa de CASTRO BARBOSA⁴; Antônio Sílvio JORNADA KREBS⁵

Núcleo de Meio Ambiente do Centro Tecnológico de Carvão Limpo (CTCL) da Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC), roberto.romano@satc.edu.br¹; luciane.garavaglia@satc.edu.br²; ricardo.vicente@satc.edu.br³; vanessa.barbosa@satc.edu.br⁴; antonio.krebs@satc.edu.br⁵

RESUMO

A atividade de mineração de carvão vem sendo desenvolvida em Santa Catarina há 120 anos e do período em que foi realizada resultou impactos ambientais numa extensão de 5.739 hectares. Nessa área, os rejeitos do beneficiamento do carvão e os estéréis da mineração a céu aberto eram depositados de forma desordenada, ficando expostos aos processos de oxidação e hidrólise dos minerais sulfetados, tornando-os fontes de geração de drenagem ácida (DAM). A carga de poluentes oriunda da DAM atingiu 1.241 km de trechos de rios correspondendo a 6,1% das bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão. A execução de projetos de recuperação das áreas impactadas e a adoção de medidas de controle ambiental nas unidades mineiras em operação vem, gradativamente, atenuando os efeitos da DAM e disponibilizando as áreas recuperadas para usos produtivos para a sociedade. O monitoramento de indicadores ambientais dos recursos hídricos, da cobertura do solo e do meio biótico é realizado pelo Centro Tecnológico de Carvão Limpo (CTCL) da Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC) em conjunto com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e objetiva avaliar a eficácia dos trabalhos de recuperação. O trabalho de monitoramento compreende a coleta e análise de parâmetros físico-químicos de 198 amostras de água dos rios, de bocas de minas, dos aquíferos, medidas de vazão e nível, o mapeamento da recolonização de espécies da flora e da fauna e o mapeamento da cobertura e do desenvolvimento do solo. No decorrer de 10 anos de monitoramento constatou-se a melhoria gradual da qualidade ambiental decorrente das obras de adequação topográfica, da cobertura com camada de baixa permeabilidade e com camada de solo, da implantação de sistema de drenagem e da vegetação. No presente, as áreas em processo de recuperação ambiental correspondem a 57% ou a 3.722 hectares do total das áreas com passivos ambientais com resultados diretos na redução da carga de acidez e demais poluentes associados com a DAM nas bacias hidrográficas.

Palavras-chave: passivos ambientais da mineração de carvão, recuperação de áreas degradadas, monitoramento de indicadores ambientais

ABSTRACT

In the past the coal mining activity in Santa Catarina was carried out without environmental control resulting environmental impacts concerned with acid mine drainage (AMD) generation in an extension of 5,739 hectares. The pollutant load from AMD reached 1,241 km of rivers corresponding to 6.1% of the Araranguá, Urussanga and Tubarão basins. The execution of reclamation projects in the impacted areas and the practice of environmental control measures in the mining units under operation gradually have been reducing the effects of AMD and have been making the reclaimed areas available for productive uses. The monitoring of environmental indicators of these impacted areas has been carried out by the Clean Coal Technological Center (CTCL) of the Charitable Association of the Coal Industry of Santa Catarina (SATC) along with the Brazilian Geological Survey (CPRM) and aims to assess the effectiveness of the environmental reclamation. The monitoring comprises the collection and analysis of physical and chemical parameters of 198 water samples from rivers, mine entrances and aquifers, flow and level measurements, mapping of recolonization of flora and fauna species, and mapping of soil cover and development. During the last 10, the improvement of the environmental quality resulting from the reclamation were verified by the monitoring indicators results. At present, the areas in the process of environmental reclamation correspond to 57% or 3,722 hectares of the total impacted areas with direct results in reducing the acid and pollutant load associated with AMD in the river basins.

Key-words: environmental impacts from coal mining, reclamation of impacted sites, monitoring of environmental indicators.

1. INTRODUÇÃO

A atividade de mineração de carvão em Santa Catarina desenvolvida no passado sem controle ambiental ocasionou impactos ambientais no solo, recursos hídricos e meio biótico em 5.739 hectares distribuídos nas bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão. Às empresas mineradoras e à União foi imputada sentença judicial para a recuperação ambiental das áreas impactadas.

Os principais impactos estão localizados nos recursos hídricos decorrentes da drenagem ácida de mina (DAM) que resulta das reações de oxidação e hidrólise dos minerais sulfetados de depósitos de rejeitos, estéreis de mineração a céu aberto e de bocas de minas abandonadas.

Neste trabalho apresenta-se uma análise dos resultados do monitoramento integrado de indicadores de qualidade ambiental relacionados com o meio físico e biótico, demonstrando-se o cenário atual da região carbonífera sul catarinense após a execução de obras de recuperação das áreas

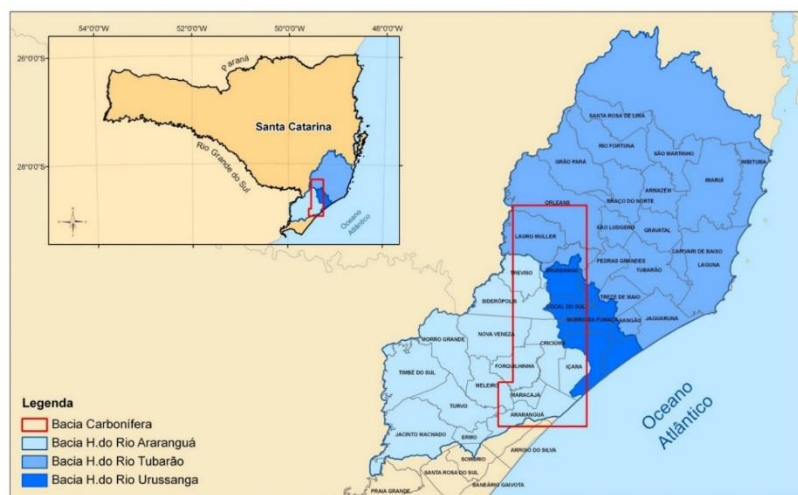
impactadas. O monitoramento de indicadores ambientais constitui ferramenta imprescindível para a avaliação da eficácia dos trabalhos de recuperação.

2. METODOLOGIA

O monitoramento ambiental da bacia carbonífera vem sendo realizado desde 2004 pelo Centro Tecnológico (CTCL) da Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC) em conjunto com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), sendo o instrumento de acompanhamento do atendimento da sentença judicial que condenou as empresas mineradoras e a União a recuperar os passivos ambientais

As áreas impactadas pela mineração de carvão foram agrupadas em 19 distritos, nas quais periodicamente são realizados os monitoramentos da cobertura do solo, dos recursos hídricos e do meio biótico (Figura 1).

Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas do sul de Santa Catarina com a delimitação da bacia carbonífera onde é realizado o monitoramento dos indicadores ambientais



Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

O monitoramento dos indicadores ambientais das áreas com passivos da mineração de carvão foi estabelecido como instrumento de avaliação das obras de recuperação ambiental em 2004 a partir de reuniões realizadas entre os técnicos das empresas envolvidas, Ministério Público Federal (MPF), Departamento Nacional da Produção Mineral

(DNPM), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). Representantes das empresas e dessas instituições compõem um grupo de assessoramento técnico (GTA) que avalia os resultados do

monitoramento compilados em um relatório, avaliando-o previamente à edição final.

Os parâmetros utilizados como indicadores de qualidade dos rios são vazão, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, acidez, sulfato, Fe, Mn, Al, Mg, Ca, K, Cu, Cd, Zn, As e Hg, Na, Pb, nitrato, fluoreto e cloreto com coletas em 140 pontos situados a montante e à jusante das sub-bacias e bacias hidrográficas impactadas. Na água subterrânea os parâmetros são nível potenciométrico, pH, acidez, Fe, Al, Mn, sulfato, Cl, K, Ca, Na e K com coletas em 28 poços monitores e 30 bocas de minas.

As coletas de amostras de água, as medidas de vazão e de nível são realizadas, semestralmente, pela CPRM em 198 pontos monitores e as análises físico-químicas das amostras são feitas no laboratório CEPOCOMIN.

Os pontos monitores das águas dos rios foram distribuídos a montante e à jusante das áreas impactadas e os poços instalados a montante e à jusante do fluxo da água subterrânea. A área de influência desses poços é capaz de captar plumas de contaminação tanto de áreas impactadas em superfície como também oriunda de minas subterrâneas inundadas.

O número de bocas de mina cadastrado soma 822, sendo que 194 apresentam DAM, e 30 foram escolhidas por que apresentam maior volume e maior concentração de contaminantes.

Na cobertura do solo é feito o mapeamento prévio através de imagens de satélite e depois a validação em campo com os critérios descritos por SOUZA (2013) em frequência bianual, delimitando-se as áreas com argila, estéril, rejeitos expostos,

lagoas ácidas internas e externas, urbanizada residencial, urbanizada industrial, remanescente florestal, vegetação introduzida e vegetação espontânea. No monitoramento do meio biótico são feitos, semestralmente, os mapeamentos das áreas com reconhecimento em campo e registro da evolução da fauna e flora com ênfase nas áreas de preservação permanente (APP).

3. TRABALHOS REALIZADOS

Os relatórios de indicadores ambientais vêm sendo editados, anualmente, desde 2006 encontrando-se em sua décima edição. O relatório é disponibilizado para consulta no sítio da Justiça Federal (www.jfsc.jus.br/acpdocarvao) e apresentado em audiências públicas.

Já foram realizadas 33 campanhas dos rios nas três bacias hidrográficas, 14 de água subterrânea em poços profundos, 15 de água subterrânea em bocas de minas e 4 de cobertura do solo.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1 COBERTURA DO SOLO

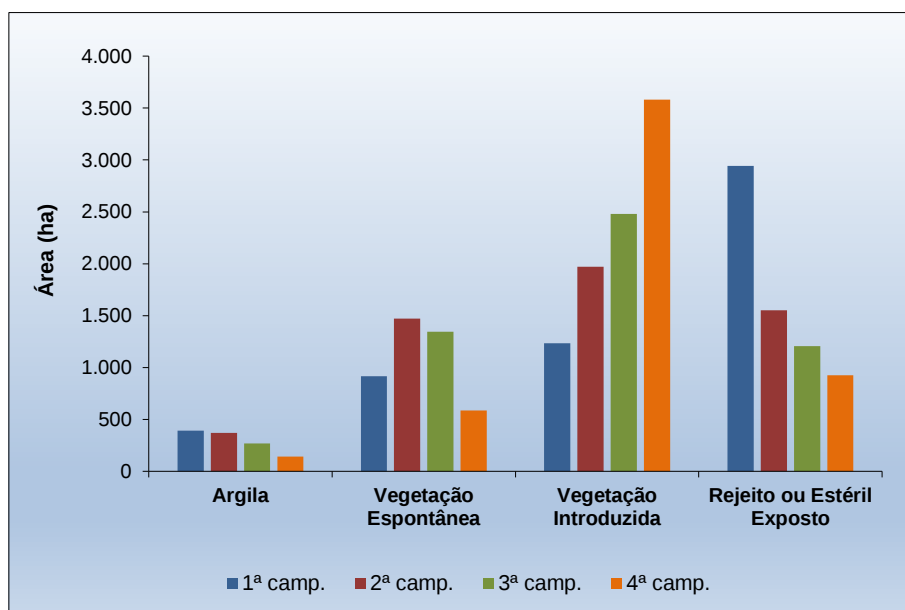
No monitoramento da cobertura do solo os resultados mostram que em 55,04% das áreas houve alguma intervenção com vegetação introduzida, ou seja, atingiu a última etapa do projeto de recuperação. A Tabela 1 e o gráfico da Figura 2 resumem os resultados até 4ª campanha realizada em 2015, bem como a evolução das obras de recuperação.

Tabela 1 - Resultado do monitoramento da cobertura do solo

Campanha	1ª Camp. (2005)		2ª Camp. (2007)		3ª Camp. (2011)		4ª Camp. (2015)	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Argila	391,38	6,02%	370,67	5,70%	271,31	4,17%	142,40	2,19%
Urbanizada Industrial	175,78	2,70%	246,96	3,80%	287,25	4,42%	359,87	5,53%
Urbanizada Residencial	529,60	8,14%	565,39	8,69%	601,04	9,24%	608,60	9,36%
Vegetação Espontânea	918,33	14,12%	1.470,70	22,61%	1.345,28	20,68%	586,90	9,02%
Vegetação Introduzida	1.234,87	18,99%	1.970,92	30,30%	2.472,07	38,01%	3.579,64	55,04%
Remanescente Florestal	112,08	1,72%	112,58	1,73%	118,62	1,82%	116,93	1,80%
Lagoas Internas	200,28	3,08%	215,04	3,31%	193,74	2,98%	182,30	2,80%
Rejeito ou Estéril Exposto	2.941,42	45,23%	1.551,48	23,86%	1.214,43	18,67%	927,10	14,25%
TOTAL	6.503,74	100,00%	6.503,74	100,00%	6.503,74	100,00%	6.503,74	100,00%

Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

Figura 2 – Evolução da cobertura do solo das áreas impactadas



Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

4.2 RECURSOS HÍDRICOS

Na avaliação da qualidade dos recursos hídricos foram utilizados os indicadores físico-químicos mencionados, considerando-se ambientes contaminados aqueles com elevadas concentrações de acidez, metais e sulfato e com baixo valor de pH todos associados diretamente com a presença da DAM.

No monitoramento dos recursos hídricos superficiais verifica-se que 6,1% dos trechos dos rios foram impactados com drenagem ácida, sendo a bacia do rio Urussanga a que apresenta a maior intensidade de contaminação (Tabela 2).

Tabela 2 - Trechos de rios impactados

Faixa de pH	BH Araranguá		BH Urussanga		BH Tubarão		Total	
	Extensão (km)	%	Extensão (km)	%	Extensão (km)	%	(km)	%
IMPACTADO	474	8,2	265,6	17	501,7	3,9	1.241,3	6,1
pH < 4,5	357,1	6,2	171,2	11,0	289,1	2,2	817,4	4,0
4,5 ≤ pH < 6,0	72,3	1,2	23,7	1,5	25,6	0,2	121,6	0,6
pH ≥ 6,0	44,6	0,8	70,8	4,5	187,0	1,5	302,4	1,5
NÃO IMPACTADO	2.807,3	48,7	1.181,1	75,9	9.395,1	73	13.383,5	66,3
Total Monitorado	3.281,3	56,9	1.446,7	92,9	9.896,8	76,9	14.624,8	72,4
Total Não Monitorado	2.487,4	43,1	111,3	7,1	2.969,4	23,1	5.568,2	27,6
Extensão Total	5.768,7	100	1.558,0	100	12.865,2	100	20.193,0	100

Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

As áreas operacionais da mineração apresentam significativa importância na melhoria da qualidade da água dos rios, principalmente, na subárea do rio Mãe Luzia, pois o tratamento dos efluentes das minas realizado em estações de tratamento (ETE) lançados nos rios dentro dos padrões da legislação, atuam como reagentes de neutralização parcial da acidez (Tabela 3).

Nos recursos hídricos subterrâneos o monitoramento está direcionado para os aquíferos mais vulneráveis à contaminação com a DAM, segundo KREBS (2004), ou seja, os aquíferos Rio Bonito, de leques aluviais e flúvio-lagunares.

Na análise dos resultados dos indicadores de qualidade da água subterrânea, constatou-se que a maioria dos aquíferos na região carbonífera não

apresentam nenhum tipo de contaminação com DAM ou a apresenta em pequena concentração (Tabela 4). Isso deve-se, possivelmente, ao fato de os aquíferos, em sua maioria, estarem confinados por sequência rochosa de baixa permeabilidade.

Esse é o caso do poço PMAPAR04 situado na subacia do rio Fiorita à jusante de minas subterrâneas inundadas e à jusante de depósito de rejeitos da Vila Funil em Siderópolis.

Tabela 3 - Volume tratado de DAM nas ETEs em 2015.

Unidade/Mina	Volume tratado em 2015 (m³)	Concentração de acidez (mg/L)		Carga de acidez(kg)			
		Entrada	Saída	Entrada	Saída	Retida	Remoção
Mina João Sônego	130.633,00	800,0	2,3	104.506,4	300,5	104.205,9	99,71%
Fiorita	19.000,00	69,9	<0,5	1.328,1	7,6	1.320,5	99,43%
Esperança/Fontanella	3.073.000,00	1.001,4	<0,5	3.077.302,2	1.229,2	3.076.073,0	99,96%
Mina Mel	38.400,00	1.416,0	1,5	54.374,4	57,6	54.316,8	99,89%
Novo Horizonte	362.742,12	16,52	0,27	5.992,5	97,94	5.894,6	98,37%
Mina 101	1.692.159,45	0,0	0,0	0	0	0	100%
Cruz de Malta	1.004.422,82	161,0	0,0	161.712,07	0,0	161.712,07	100%
Mina Morosini	210.000,00	332	2	69.720,0	420,0	69.300,0	99,40%
Mina Lauro Muller	80.000,00	700	2,5	56.000,0	200,0	55.800,0	99,64%
Cantão Norte	20.000,00	218	2	4.360,0	40	4.320,0	99,08%
Volume de Efluente Tratado em 2015 (m³)		6.630.357,39 m³		Total de carga de acidez retida 3.532,94 toneladas			

Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

Tabela 4 – Resultados da qualidade da água subterrânea dos sistemas aquíferos vulneráveis na bacia carbonífera sul catarinense

Poço monitor	pH	Acidez	Fe	Al	Mn	SO4	Aquífero	Bacia
PMAPAR04	8,1	3,34	0,47	n.d.	0,05	48,16	Rio Bonito	Araranguá
PMLAAR02B	7,0	28,92	6,71	n.d.	0,55	19,52	Leque aluvial	Araranguá
PMLAUR02	6,8	14,17	9,76	0,20	0,15	36,63	Leque aluvial	Urussanga
PMFLTB10	6,8	49,49	8,51	n.d.	0,76	263,01	Flúvio-lagunar	Tubarão

n.d.= não detectado

Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

Os resultados da qualidade da água coletadas nas bocas de minas são os que apresentam os piores resultados de qualidade ambiental não apenas em volume como na concentração dos

contaminantes, sendo, por essa razão, uma das principais fontes de geração de DAM para os rios (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultado da qualidade da água subterrânea coletada em algumas bocas de minas

Boca de mina	Vazão (L/s)	pH	Acidez (mg/L)	Carga Acidez (kg/h)	Cond. (µS/cm)	Sulfato	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
BM0111	24,75	3,01	207,65	18,50	1.160	435,5	11,7	5,0	1,5
BM0116	22,4	3,73	207,95	16,77	933	455,6	9,2	25,7	2,5
BM0567	44,35	3,58	190,92	30,48	1.056	491,0	6,9	42,7	3,0
BM0102	2,5	3,18	235,33	2,12	693	226,4	11,3	13,8	2,0
BM0202	74,4	3,04	250,33	67,05	1.043	440,4	15,4	27,4	3,4
BM0565	42,50	2,79	640,58	98,01	1.644	758,2	27,9	30,2	2,6
BM0569	3,15	2,89	543,65	6,16	1.631	765,2	17,7	188,0	3,7
BM0338	117,32	3,53	222,15	93,83	1.105	533,0	<0,010	62,9	3,0
BM0574	104,50	2,86	2.653,38	998,20	3.794	3.080,4	40,1	438,0	48,5

Cond. = condutividade elétrica

Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

4.3 MONITORAMENTO INTEGRADO

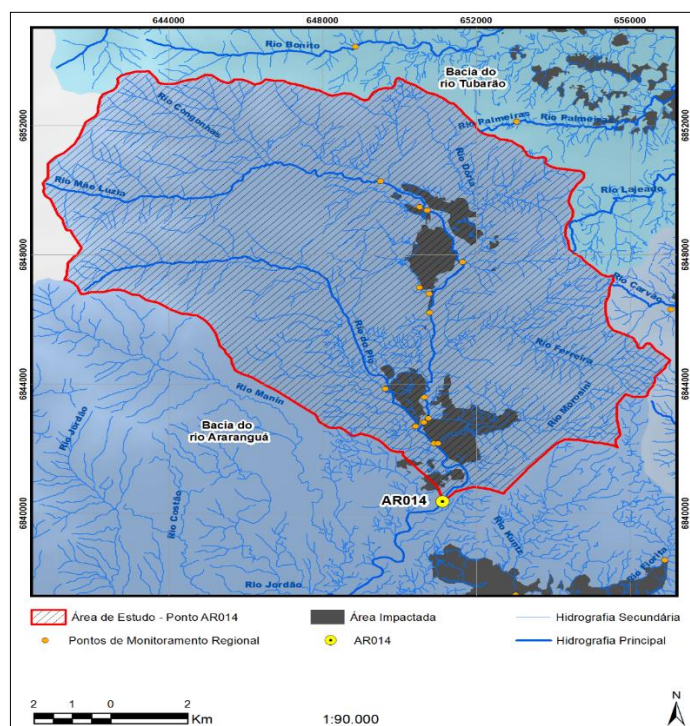
O resultado do monitoramento de indicadores ambientais é avaliado de forma integrada com o meio

biótico, a cobertura do solo e dos recursos hídricos superficiais, reportando-se as mudanças ambientais decorrentes do processo recuperação das áreas.

Nesse sentido, apresenta-se como estudo de caso a sub-bacia do alto curso do rio Mãe Luzia, situada em Treviso, onde passivos ambientais relacionados com a mineração de carvão a céu aberto, subterrânea, e

a deposição de rejeitos estão com as obras propostas nos respectivos projetos de recuperação (PRADs) concluídas em 2015 ou em processo de execução (Figura 2).

Figura 2 - Sub-bacia do rio Mãe Luzia mostrando a localização do ponto monitor dos recursos hídricos superficiais e das áreas impactadas



Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

O monitoramento da cobertura do solo mostra que houve intervenção ambiental em 495,27 ha, correspondente às classes vegetação introduzida e

argila, ou seja, 69,45% do total das áreas impactadas (Tabela 6).

Tabela 6 - Resultado da 3ª e 4ª campanhas de monitoramento da cobertura do solo na sub-bacia do rio Mãe Luzia.

Classe de cobertura do solo	3ª Campanha		4ª Campanha	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Argila	33,89	4,75%	0,75	0,11%
Urbanizado Industrial	13,21	1,85%	21,66	3,04%
Urbanizado Residencial	6,08	0,85%	9,54	1,34%
Vegetação Espontânea	94,05	13,19%	39,80	5,58%
Vegetação Introduzida	374,11	52,46%	494,52	69,34%
Remanescente Florestal	47,95	6,72%	48,26	6,77%
Lagoa Interna	38,45	5,39%	34,36	4,82%
Rejeito ou Estéril Exposto	105,42	14,78%	64,27	9,01%
TOTAL	713,16	100%	713,16	100%

Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

A avaliação da qualidade da água é feita com base no resultado obtido ao longo das campanhas de monitoramento (Tabela 7) e na análise estatística

das concentrações de acidez e Fe, que demonstram uma tendência à redução.

Tabela 7 - Análise estatística de tendência do ponto monitor AR014.

Campanha	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª
Data	16/04/2002	18/06/2002	08/08/2002	03/01/2003	24/02/2003	15/04/2003	12/05/2003	10/06/2003	02/09/2003
Acidez (mg/L)	108	60	108	111	110	107	157	106	180
Fe (mg/L)	-	-	-	13	6,65	7,50	9,80	9,58	8,40
Campanha	10ª	11ª	12ª	13ª	14ª	15ª	16ª	17ª	18ª
Data	14/10/2003	16/09/2004	10/03/2005	29/09/2005	03/04/2006	20/10/2006	09/03/2007	18/10/2007	19/03/2008
Acidez (mg/L)	83	38,57	205,7	57,1	38,8	153	32,6	36,4	58,8
Fe (mg/L)	10,60	-	9,08	17,00	5,67	5,72	6,00	3,87	16,84
Campanha	19ª	20ª	21ª	22ª	23ª	24ª	25ª	26ª	27ª
Data	13/10/2008	18/03/2009	19/10/2009	02/06/2010	03/11/2010	18/05/2011	27/10/2011	24/05/12	09/10/2012
Acidez (mg/L)	56,1	111,8	28	28,4	32,03	10,08	8,14	52,8	49,56
Fe (mg/L)	3,27	21,87	7,07	8,01	4,85	2,94	2,68	3,49	0,02
Campanha	28ª	29ª	30ª	31ª	32ª	33ª			
Data	10/06/2013	07/10/2013	04/06/2014	10/10/2014	07/05/2015	28/10/2015			
Acidez (mg/L)	52,29	34,22	43,68	37,43	56,08	7,18			
Fe (mg/L)	3,75	4,910	6,24	3,39	8,44	3,25			
Resumo	Mann Kendall	Número eventos	Média aritmética	Desvio padrão	Coef. de variação	Tendência NC ≥ 80%	Teste de Estabilidade		
Acidez (mg/L)	-221	33	71,60	50,36	0,70	Redução	Estável		
Fe (mg/L)	-160	29	7,38	4,85	0,66	Redução	Estável		

Fonte: BRASIL (2016, 10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais)

A avaliação do efeito do controle ambiental nas minas em operação e das obras de recuperação produzido na qualidade dos recursos hídricos superficiais considera como indicador as cargas ácidas de 2.220 kg/h e 228 kg/h calculadas nas campanhas de maior deflúvio do rio Mãe Luzia em 2002 e 2015. Esse resultado demonstra que, em razão das intervenções e do controle ambiental, houve uma redução significativa na carga ácida. No entanto, há carga ácida no rio que está sendo gerada nas áreas ainda sem intervenção ambiental.

5 CONCLUSÕES

Do total de 5.739 hectares de áreas com passivos ambientais da mineração de carvão em 57% houve intervenção ambiental com a deposição de argila e vegetação introduzida no período monitorado da cobertura do solo.

Analisando-se de forma integrada os indicadores ambientais do meio físico e biótico verifica-se que à medida do progresso e da consolidação das obras de cobertura, drenagem e vegetação ocorre uma redução progressiva na carga de acidez com a consequente melhoria na qualidade da água dos rios e de todo o contexto ambiental.

À medida da conclusão das obras de recuperação ambiental e do monitoramento de sua consolidação perante a legislação, as áreas com passivos da mineração de carvão vêm sendo

destinadas à preservação ambiental ou para algum tipo de uso produtivo para sociedade estabelecido nos PRAD, sendo esses os resultados esperados também para as áreas que ainda estão em processo de recuperação com prazo de conclusão previsto no decorrer dos próximos 20 anos.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. **10º Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais**. Processo nº. 2000.72.04.002543-9. Justiça Federal. 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. Criciúma, 2016. 218 p.

KREBS, A. S. J. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia do rio Araranguá, SC**. Florianópolis: UFSC, 2004. 375p. 2 v. (Tese de Doutorado) - Departamento de Geociências. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOUZA, M.G.R.; et al. **Monitoramento da Cobertura do Solo - Panorama Geral Através da Validação das Áreas Impactadas pela Mineração de Carvão em Santa Catarina**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARVÃO MINERAL, 4., 2013, Gramado. Anais... Criciúma: SATC, 2013.