

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**TAISE DA SILVA CANCELIER**

**CONTRIBUIÇÃO PARA O EQUACIONAMENTO AMBIENTAL DE  
ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO - ESTUDO  
DE CASO: ÁREAS DE RESPONSABILIDADE DA UNIÃO**

**CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2009**

**TAISE DA SILVA CANCELIER**

**CONTRIBUIÇÃO PARA O EQUACIONAMENTO AMBIENTAL DE  
ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO - ESTUDO  
DE CASO: ÁREAS DE RESPONSABILIDADE DA UNIÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenharia Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador(a): Prof. MSc. Clóvis Norberto Savi

**CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2009**

**TAISE DA SILVA CANCELIER**

**CONTRIBUIÇÃO PARA O EQUACIONAMENTO AMBIENTAL DE  
ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO - ESTUDO  
DE CASO: ÁREAS DE RESPONSABILIDADE DA UNIÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Avaliação de impacto ambiental.

Criciúma, 26 de novembro de 2009.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Clóvis Norberto Savi - Mestre - (UNESC) - Orientador

---

Prof. Márcio Luiz Geremias - Mestre - (UNESC)

---

Prof<sup>a</sup>. Nadja Zim Alexandre - Mestra - (UNESC)

**Dedico este trabalho a minha família e a todos que sempre acreditaram em mim e acompanharam a minha trajetória.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me fazer ser capaz de seguir um caminho correto, digno e cheio de expectativas e ter me dado uma família pela qual eu me orgulho muito.

À minha mãe que amo muito, que sempre me apoiou e acreditou em mim em todos os momentos.

Ao meu pai querido que tanto amo e admiro.

Ao meu namorado querido que compreendeu meus momentos de ausência e sempre me deu total apoio.

Ao meu orientador Clóvis Norberto Savi por ter aceitado o meu convite e me tranquilizar nas horas em que eu mais precisei. Obrigada pela amizade e pela disponibilidade.

À CPRM/CEDES por ter me concedido a vaga de estágio para a realização deste TCC.

À professora Rosimeri Venâncio Redivo pelas dicas e ensinamentos.

À minha turma da faculdade. Fizemos várias festas, estudamos muito, enfrentamos muitos desafios e agora estamos aqui em busca de um mundo maior e de novos desafios. Foi bom passar estes cinco anos com todos vocês.

Às minhas amigas Vanessa Barbosa, Michele Pereira, Renata Meneghel e Francine Gastaldon pela amizade verdadeira e pelos bons momentos que passamos junto.

Ao meu querido amigo e supervisor de campo José Eduardo do Amaral (comandante) por ter sido muito importante para mim na realização deste trabalho e por me fazer aprender, compreender e gostar das maravilhas da geologia. Muito obrigada por todos os ensinamentos e pela amizade!

Ao meu amigo geólogo Antônio Silvio Jornada Krebs que sempre foi atencioso e disposto a ajudar. Obrigada por passar para frente todos os teus conhecimentos, pela amizade e pelos conselhos preciosos.

À banca examinadora que aceitou fazer parte deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho pelo tempo que passamos juntos, as conversas durante os intervalos e as experiências compartilhadas.

Às minhas queridas colegas de trabalho – M<sup>a</sup> Gisele, Grazi, Lu, Ju, Gi,

Ane, Débora, Bruna, Edi, Morgane, Mirlene e Mariane – que são importantes para mim e que cada uma do seu jeitinho me fez entender que amizade tem sim os seus tropeços, mas nem por isso deixa de ser especial.

A todos os mestres do curso de Engenharia Ambiental que nesses cinco anos estiveram presente e dedicaram seu tempo na formação de cada acadêmico.

**“Nunca o homem inventará nada mais simples nem mais belo do que uma manifestação da natureza. Dada a causa, a natureza produz o efeito no modo mais breve em que pode ser produzido.”**

**Leonardo da Vinci**

## RESUMO

A extração do carvão mineral, no passado, era feita sem critérios pré-estabelecidos de controle aos impactos ambientais. Na época, na região carbonífera catarinense, diversas bocas de minas foram abandonadas em virtude da maior dureza da camada de carvão e da deficiência técnica de extração. A falta de uma legislação ambiental eficiente e bem controlada, fez com que várias bocas de minas fossem abertas e abandonadas, muitas delas gerando expressiva quantidade de drenagem ácida, além dos rejeitos serem dispostos aleatoriamente e preferencialmente em locais com alta declividade. Não houve nenhum planejamento para descarte adequado. Devido a isto muitos impactos ambientais gerados há décadas ainda podem ser observados nos dias atuais. Este trabalho tem como objetivo contribuir para o equacionamento dos problemas ambientais de duas áreas degradadas pela mineração de carvão, através de uma avaliação das condições atuais de cada uma delas utilizando levantamento de dados em campo e análises em laboratório, evidenciando seus aspectos e impactos ambientais, e propor medidas mitigadoras. As áreas – área 2 e área 13A – são o resultado da degradação ambiental promovida pela Massa Falida da Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá (CBCA), cuja recuperação ambiental ficou sob responsabilidade da União. Alguns dos impactos mais significativos envolvidos em ambas as áreas é a intensa contaminação dos recursos hídricos devido à drenagem ácida de mina e os riscos de acidentes decorrentes da falta de proteção das pilhas de rejeito e bocas de minas. Como alternativa para a mitigação dos impactos ambientais das áreas citadas tem-se a condução do rejeito para depósito licenciado e fechamento de todas as bocas de minas, sendo que as que geram drenagem ácida devem ser dotadas de extravasor para a condução desta para tratamento.

**Palavras-chave:** Bocas de minas, aspectos ambientais, impactos ambientais, medidas mitigadoras, rejeito, drenagem ácida de mina.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Fases da formação do carvão .....	22
<b>Figura 2:</b> Método de lavra a céu aberto <i>Strip Mining</i> .....	25
<b>Figura 3:</b> Lavra mecanizada em câmaras e pilares .....	26
<b>Figura 4:</b> Lavra subterrânea através do método de <i>Longwall</i> .....	28
<b>Figura 5:</b> Bacias hidrográficas do sul de SC com delimitação da Bacia Carbonífera	33
<b>Figura 6:</b> Representação das camadas de carvão da Formação Rio Bonito.....	34
<b>Figura 7:</b> Perfil da camada de carvão Barro Branco (BB).....	36
<b>Figura 8:</b> Caracterização e classificação dos resíduos.....	48
<b>Figura 9:</b> Trajeto para chegar na área 2 .....	56
<b>Figura 10:</b> Rejeito carbonoso que sofreu autocombustão .....	57
<b>Figura 11:</b> Proximidade da pilha de rejeito com a área urbana, na porção sul da área de estudo.....	58
<b>Figura 12:</b> Carreamento por processos erosivos de material piritoso proveniente das pilhas de rejeito. ....	59
<b>Figura 13:</b> A: Provável disposição de esgoto na drenagem. ....	60
B: Valeta construída para a passagem da drenagem proveniente da vertente.....	60
<b>Figura 14:</b> Arenito com intercalações subordinadas de siltito amarelado e argilito cinza-escuro da Formação Rio Bonito .....	61
<b>Figura 15:</b> Local onde há a deposição de lixo urbano e de construção civil sobre o rejeito. A seta mostra o resultado do processo de autocombustão ocorrido na pilha	61
<b>Figura 16:</b> Bocas de mina aterradas em terreno residencial. As setas apontam a direção das antigas aberturas de mina .....	63
<b>Figura 17:</b> Bocas de mina aterradas em terreno residencial. A seta aponta para o local onde estavam dispostas as bocas de mina .....	63
<b>Figura 18:</b> Acesso à área 13 A .....	65
<b>Figura 19:</b> Poço de ventilação da mina Poeira .....	66
<b>Figura 20:</b> Depósito de rejeito carbonoso proveniente das BMs localizadas no perímetro da área 13A. ....	67
<b>Figura 21:</b> Drenagem à jusante da BM 01 que passa abaixo do depósito de rejeito	68
<b>Figura 22:</b> Rejeito de quadração. Nota-se alguns fragmentos de siltitos que constituem a maior porção da quadração .....	68

<b>Figura 23:</b> BM 01 com detalhe da água do córrego que escorre para a frente da galeria .....	69
<b>Figura 24:</b> Calha utilizada para medida de vazão da mina Poeira.....	70
<b>Figura 25:</b> Medida de vazão da mina Poeira utilizando molinete.....	71
<b>Figura 26:</b> Medida de vazão do córrego a montante da BM 01 utilizando micro molinete.....	71
<b>Figura 27:</b> Estalactites formadas por óxido de ferro .....	73
<b>Figura 28:</b> Medição da condutividade elétrica e temperatura da DAM .....	74
<b>Figura 29:</b> Comparativo da concentração de cada elemento analisado na BM 01...	75
<b>Figura 30:</b> A → Localização da BM 02 evidenciando as rochas da cobertura. B → Detalhe da alteração do arenito de cobertura e obstrução da boca da mina .....	76
<b>Figura 31:</b> Detalhe da boca da mina 03 demonstrando a sua obstrução através de desmoronamentos.....	77
<b>Figura 32:</b> BM 04 aberta sendo assoreada por caimentos e solapamentos. Detalhe do forro, quadração e banco da camada de carvão Barro Branco .....	78
<b>Figura 33:</b> BM 05 localizada na área 13 A. Observa-se a obstrução da boca da mina devido a deslizamentos .....	79
<b>Figura 34:</b> BM 06 parcialmente obstruída e com cobertura rochosa aparente .....	80
<b>Figura 35:</b> BM 07 quase totalmente obstruída, atuando como área de recarga para o interior da mina.....	81
<b>Figura 36:</b> BM 08 obstruída, mas exibindo forte evidência de sua existência em meio à vegetação.....	82
<b>Figura 37:</b> Vista interna da galeria, evidenciando a quadração da camada de carvão Barro Branco e o teto imediato constituído por arenito alterado.....	83
<b>Figura 38:</b> Forro alterado da camada de carvão Barro Branco.....	84
<b>Figura 39:</b> BM 100 com evidências de assoreamento da galeria e caimentos.....	85
<b>Figura 40:</b> Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental da área ocupada pelo rejeito da área 2.....	125
<b>Figura 41:</b> Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental da área ocupada pelo rejeito da área 13A .....	127
<b>Figura 42:</b> Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental do poço vertical da área 13A.....	128
<b>Figura 43:</b> Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental da BM 01 .....	129

**Figura 44:** Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental das bocas de minas abertas sem DAM, bocas de minas obstruídas e parcialmente obstruídas ..130

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Tipos de carvão / % de carbono .....	21
<b>Tabela 2:</b> Parâmetros físico-químicos das drenagens da BM 01.....	73
<b>Tabela 3:</b> Matriz de aspectos e impactos ambientais da área 2. ....	87
<b>Tabela 4:</b> Matriz de aspectos e impactos ambientais da área 13A.....	92

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
APP – Área de Preservação Permanente  
BB – Barro Branco  
BM – Boca de Mina  
CA – Céu Aberto  
CANMET– *Canada Center for Mineral and Energy Technology*  
CBCA – Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá  
CCU – Companhia Carbonífera de Urussanga  
CEDES – Centro de Desenvolvimento Tecnológico  
CETEM/MCT – Centro de Tecnologia Mineral  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COOPERMINAS – Cooperativa de Extração de Carvão Mineral dos Trabalhadores de Criciúma  
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
CSN – Companhia Siderúrgica Nacional  
DAM – Drenagem Ácida de Mina  
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral  
EPI – Equipamento de Proteção Individual  
ETE – Estação de Tratamento de Efluentes  
Fe – Ferro  
GPS – Sistema de Posicionamento Global  
GTA – Grupo Técnico de Assessoramento à Sentença  
GTI – Grupo Técnico Interministerial  
ISO - International Organization for Standardization  
MPF – Ministério Público Federal  
NBR – Norma Brasileira  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
PRAD – Programa de Recuperação de Áreas Degradadas  
ROM – *Run of mine* (carvão bruto)  
SAD – South American Datum  
SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SIECESC – Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina

SS – Subsolo

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

UTM – Universal Transverso de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos .....	19
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>20</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
4.1 Carvão .....	21
4.1.1 Mineração.....	23
4.1.1.1 Lavra.....	23
4.1.1.1.1 Lavra a céu aberto.....	24
4.1.1.1.2 Lavra Subterrânea .....	25
4.1.2 Beneficiamento.....	28
4.2 Histórico da Mineração de Carvão em Santa Catarina X Meio Ambiente.....	29
4.2.1 Carvão em Santa Catarina .....	32
4.2.2 Aquíferos no Município de Criciúma .....	38
4.2.3 Cobertura Vegetal no Município de Criciúma .....	39
4.3 Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá .....	39
4.4 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas na Bacia Carbonífera de Santa Catarina .....	40
4.4.1 Impactos Ambientais .....	43
4.4.2 Resíduos .....	47
4.4.3 Lançamento de efluentes .....	48
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	<b>50</b>
<b>6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>54</b>
6.1 Áreas de Estudo .....	54
6.1.1 Área 2 .....	55
6.1.2 Área 13 A.....	64
6.1.2.1 BM 01.....	69
6.1.2.2 BM 02.....	75
6.1.2.3 BM 03.....	76
6.1.2.4 BM 04.....	77

6.1.2.5 BM 05.....	79
6.1.2.6 BM 06.....	80
6.1.2.7 BM 07.....	81
6.1.2.8 BM 08.....	82
6.1.2.9 BM 09.....	82
6.1.2.10 BM 100.....	84
6.1.3 Avaliação dos impactos ambientais.....	85
6.1.4 Definição de medidas mitigadoras .....	124
6.1.4.1 Área 2 .....	124
6.1.4.1.1 Pilha de rejeito.....	124
6.1.4.2 Área 13A.....	126
6.1.4.2.1 Pilha de rejeito.....	126
6.1.4.2.2 Poço de Ventilação.....	128
6.1.4.2.3 BM 01.....	129
6.1.4.2.4 BM 02, BM 03, BM 05, BM 08 .....	130
6.1.4.2.5 BM 04 BM 09 e BM 100.....	131
6.1.4.2.6 BM 06 e BM 07 .....	132
7 CONCLUSÃO .....	133
REFERÊNCIAS.....	135
BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	139
APÊNDICE A: Localização da área 2 .....	140
APÊNDICE B: Localização da área 13 A.....	141
APÊNDICE C: Entrevista com o Sr. Zilli .....	142
ANEXO I: Mapa de localização das Áreas Degradadas .....	144
ANEXO II: Modelo de PRAD contemplando a NBR 13030 e a NRM-01 e NRM-21 da Portaria do DNPM nº 237 de 18/10/2001 .....	145
ANEXO III: Laudo da análise do rejeito da área 2 segundo a NBR 10004/2004. ....	152
ANEXO IV: Laudo da análise físico-química da DAM.....	153



## 1 INTRODUÇÃO

A mineração de carvão no Brasil, principalmente na região sul, proporcionou um substancial avanço para a economia brasileira, ajudando decisivamente no desenvolvimento do país.

Como qualquer outra atividade industrial, a mineração de carvão também pode gerar inúmeros impactos ambientais negativos, se não forem tomadas medidas visando evitar e/ou minimizar tais impactos. No passado, os mineradores não tinham consciência das implicações ambientais da mineração e o cuidado com o meio ambiente era deixado em segundo plano. O importante, na época, era atender o mercado frente à demanda de carvão metalúrgico e energético com o apoio do Governo Federal.

Nas minerações passadas eram utilizadas técnicas rudimentares para a extração do carvão, a qual era feita sem critérios técnicos e sem uso de mão de obra qualificada. Muitas minas foram abertas e abandonadas, geralmente em encostas onde afloram as camadas de carvão. Com o avanço das galerias no interior das camadas de carvão, aumentava gradativamente a dureza do minério à extração, tendo em vista que o carvão mais distante do afloramento estar menos alterado. Desta forma, com o aumento da dificuldade para a extração do carvão, com uso de ferramentas manuais, em geral as galerias eram abandonadas, e novas galerias eram então abertas. Muitas dessas galerias não foram lacradas, e há diversas delas com importante geração de drenagem ácida, que vem comprometendo os recursos hídricos há vários anos.

O material retirado das minas que não era aproveitado - os rejeitos e estéreis - tinham como destino as “pontas de pedra” como são ainda chamados esses bota-foras. Esses depósitos não obedeciam a nenhum critério ambiental para o descarte, gerando além dos impactos hídricos e do solo, também grandes impactos visuais.

Neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foram estudadas duas áreas pertencentes à antiga Massa Falida da CBCA. Esta empresa faliu deixando os passivos ambientais originados de sua mineração até os dias atuais. No ano 2000 a Justiça Federal exigiu das empresas da região carbonífera de Santa Catarina a apresentação de Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) das

áreas degradadas sob suas responsabilidades. A CBCA não mais existia e a recuperação ambiental destas áreas ficou sob responsabilidade da União.

Este TCC apresenta as principais características de duas áreas degradadas pela mineração do carvão da antiga CBCA que está atualmente sob responsabilidade da União, intituladas como área 2 e 13A; suas particularidades; a presença de bocas de minas abandonadas e os principais impactos ambientais gerados através de levantamento de dados *in loco* e coleta de amostras de rejeito e DAM para análise em laboratório. De posse desses dados serão propostas medidas de mitigação dos impactos ambientais levantados, contribuindo para equacionamento ambiental destas áreas impactadas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo contribuir para o equacionamento da recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração do carvão, intituladas como áreas 2 e 13A, através da proposta de medidas mitigadoras.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- i. Evidenciar nas áreas de estudo a presença de bocas de minas abandonadas e disposição de rejeito.
- ii. Elaborar um mapa com identificação das bocas de minas e depósitos de rejeito existentes.
- iii. Elaborar matriz de aspectos e impactos ambientais.
- iv. Definir medidas para minimização dos problemas a serem equacionados.

### 3 JUSTIFICATIVA

Desde o descobrimento do carvão no Brasil, este tem sido de fundamental importância para o crescimento econômico do País, principalmente na Bacia Carbonífera de Santa Catarina. Antigamente a extração do carvão era feita de forma arcaica, sem técnicas adequadas para a segurança do mineiro e controle dos impactos no meio ambiente.

Diversas empresas mineradoras, antes das leis ambientais se tornarem mais rigorosas, tinham como foco principal o lucro e aumento da produção, deixando o meio ambiente em segundo plano. Frente a este fato, houve um aumento do passivo ambiental deixado por empresas que fecharam suas portas, principalmente em épocas onde a extração mineira ainda era feita de forma mal planejada e sem controle.

Outro problema no que se refere aos passivos ambientais é o fato do adensamento populacional em áreas onde há a concentração destes, oferecendo não só problemas relacionados ao meio ambiente como também à saúde e segurança humana. Muitas residências foram construídas sobre pilhas de rejeitos e em locais onde há provável presença de bocas de minas abandonadas. Estas áreas são consideradas de risco, pois as minas podem sofrer subsidências, além da existência de bocas de minas abertas e poços de ventilação sem nenhuma proteção.

Este trabalho foi desenvolvido nas áreas degradadas pela mineração do carvão mineral denominadas inicialmente como Área 2 – localizada em área totalmente urbanizada – e Área 13A – localizada em área rural, mas com alguma urbanização – pertencentes à antiga CBCA, cuja recuperação ambiental ficou sob responsabilidade da União. O que levou a seleção destas duas áreas reside no fato de que ambas apesar de impactadas pela mineração de carvão encontram-se urbanizadas e/ou em fase de urbanização expostas aos impactos provenientes das bocas de minas abandonadas, depósitos irregulares de rejeitos e drenagem ácida.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Carvão

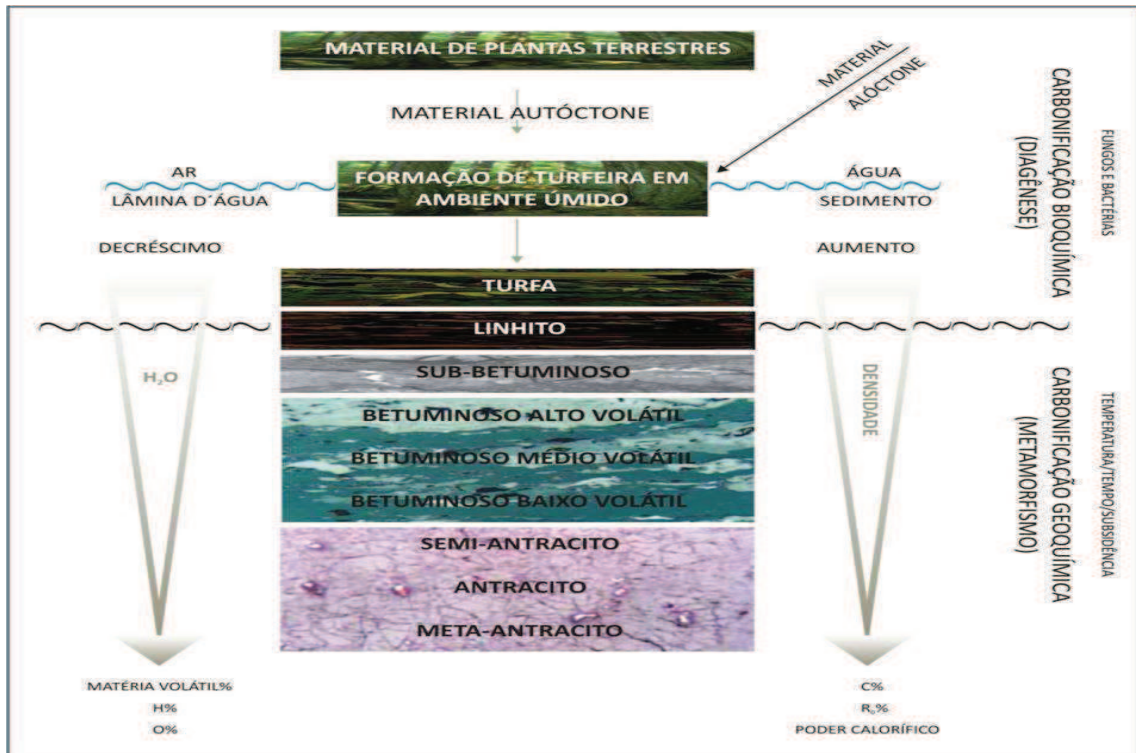
De acordo com Schopf (1948), o carvão é uma rocha que possui matéria carbonosa em mais de 50% do seu peso e mais do que 70% do seu volume, além de ser formado por compactação de restos de plantas como os depósitos de turfa, apresentar diversos graus de alteração e ser de fácil combustibilidade.

De acordo com Hinrichs e Kleinbach (2003), o carvão pode ser dividido em quatro tipos de acordo com o seu percentual de carbono, onde este se eleva durante o estágio de desenvolvimento do mineral, como mostra a **Tabela 1**. Já a **Figura 1** apresenta um esquemático da formação do carvão e suas fases.

**Tabela 1:**Tipos de carvão de acordo com o percentual de carbono

	Classificação	Carbono (%)	Conteúdo energético (Btu/lb)	Características
Mais Jovem ↑	Linhito	30	5.000 - 7.000	Carvão mais jovem com alto teor de água
	Sub-betuminoso	40	8.000 - 10.000	Pressão e temperatura maiores que o lignito. Pouco enxofre e custos de mineração baixos
	Betuminoso	50 - 70	11.000 - 15.000	Mais abundante, mas com elevado teor de enxofre
	Antracito	90	14.000	Carvão duro, utilizado como meio filtrante para tratamento de água

Fonte: modificado de P. Averitt, U.S. Geological Survey 1.412, 1975 apud Hinrichs; Kleinbach, 2003



**Figura 1:** Fases da formação do carvão. (Fonte: Modificado de PAUL *et al.*, 1990)

Os constituintes microscópicos do carvão – os macerais – podem ser divididos em 3 grupos, sendo a vitrinita e liptinita considerados macerais reativos muito importantes para a carbonização industrial devido sua fácil plasticidade quando aquecidos (constituintes essenciais do coque de carvão). Já a anertinita, é um maceral inerte à carbonização. (ICCP, 1998)

Os principais constituintes macroscópicos do carvão, também chamados de litotipos são: vitrênio – leitões finos na camada do carvão – que constitui a camada lisa e brilhante do mineral; clarênio, cuja superfície é rugosa e opaca e apresenta-se em leitões mais duros; fusênio (litotipo fibroso, sedoso e friável). (MÜLLER, 1987 e ICCP, 1998)

De acordo com Bustin *et al.* (1985), além de todos os constituintes citados anteriormente, o carvão mineral também é composto por carbonatos, minerais de argila, sulfetos, sílica, óxidos e hidróxidos, fosfatos, silicatos e sulfatos.

A importância do carvão na vida humana tem como registro mais antigo a utilização deste como fonte de aquecimento doméstico, no século XII, na Inglaterra. Durante a revolução industrial, o carvão mineral assumiu uma importância ainda maior como fonte energética, sendo o século XIX considerado como o século do carvão. Já no século seguinte, o carvão passou a ser substituído pelo petróleo. (MÜLLER, 1987)

#### **4.1.1 Mineração**

##### **4.1.1.1 Lavra**

A lavra é um processo que engloba a exploração do carvão e seu beneficiamento visando os seus diversos usos posteriores. Esta atividade inclui escavação, desmonte e transporte do minério bruto até as unidades de beneficiamento. A lavra pode ser feita a céu aberto ou em subsolo, sempre levando em conta a cobertura do maciço rochoso. (MÜLLER *et al.* , 1987)

De acordo com o Decreto-Lei nº 227, de 28/02/1967 que dispõe sobre o Código de Mineração, o art. 36 conceitua lavra como sendo “o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver até o beneficiamento das mesmas”.

Segundo Macedo, Bazante e Bonates (2001), os métodos de lavra são limitados por fatores que influenciam a seleção dos equipamentos a serem utilizados, como disponibilidade e desenvolvimento tecnológico destes, além dos aspectos tecnológico, social, econômico e político.

Nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, produtores de carvão mineral, estavam em operação cerca de 65 minas no ano de 1987, sendo 45% a céu aberto e 55% subterrâneas. (DNPM, 1988).

Em Santa Catarina, atualmente, existem 16 minas subterrâneas de carvão em atividade e/ou em implantação, e apenas uma mina a céu aberto em processo de licenciamento. (CANCELIER, 2009)

#### 4.1.1.1.1 Lavra a céu aberto

A lavra a céu aberto consiste na remoção do material estéril para a extração da camada de carvão mineral. De acordo com Müller *et al.* (1987), para este tipo de extração, deve-se ter conhecimento das características da camada de carvão a ser explotada, características dos materiais da cobertura a serem removidos, relação estéril/minério, quantidade e espessura das camadas de carvão, topografia de superfície, cuidados com a preservação do meio ambiente, dentre outros.

O método de lavra a céu aberto mais utilizado é o “*Strip Mining*” (**Figura 2**) que pode variar de mina para mina dependendo do equipamento a ser utilizado. O carvão é geralmente extraído em cortes, onde o estéril removido é colocado em outro corte vazio após a remoção do carvão deste local. Esta técnica de lavra para cada tonelada de carvão lavrado retira-se uma enorme quantidade de estéril podendo causar impactos ambientais se não forem tomadas medidas de controle desde o início da operação. (COSTA e KOPPE, 2002)

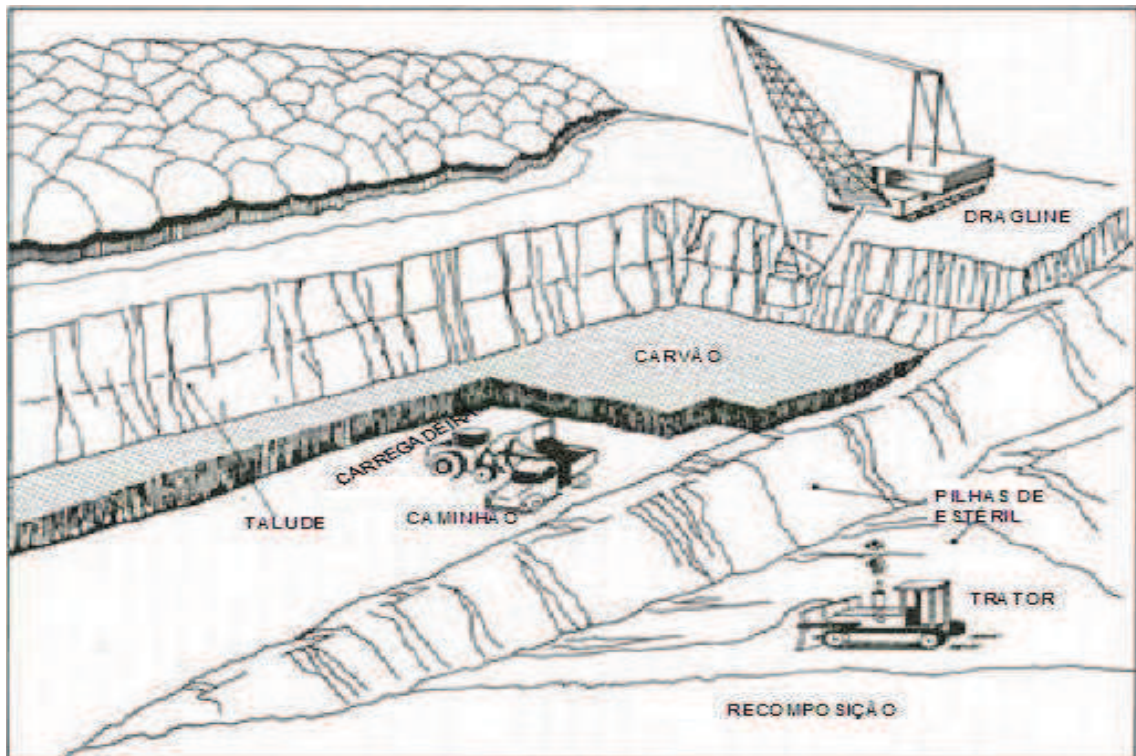
Segundo informações do geólogo José Eduardo do Amaral<sup>1</sup>, em Santa Catarina, no passado, houve a mineração de enormes extensões a céu aberto, com a utilização de equipamentos pesados próprios para decapeamento em mineração, pela Carbonífera Próspera e Carbonífera Treviso. Coberturas estéreis de até 30m foram removidas e a estratigrafia invertida.

Os equipamentos utilizados no decapeamento podem ser escavadeiras do tipo “*Dragline*” ou “*Shovel*”, máquinas contínuas como a escavadeira “*Buckwell*” e equipamentos rodoviários como o “*Moto-Scrapers*” (utilizado quando o material de cobertura é argiloso). Este último, segundo Costa e Koppe (2002) não é aconselhável para ser utilizado em materiais muito consolidados, pois se desgastam devido à abrasão sofrida no processo, implicando em inúmeras manutenções no equipamento, além de baixas produtividades, oferecendo um baixo custo-benefício.

---

<sup>1</sup> Geólogo da CPRM em Criciúma.





**Figura 2:** Método de lavra a céu aberto *Strip Mining*. (Fonte: *THE DIRECT USE OF COOL*, sd apud MÜLLER *et al.*, 1987).

#### 4.1.1.1.2 Lavra Subterrânea

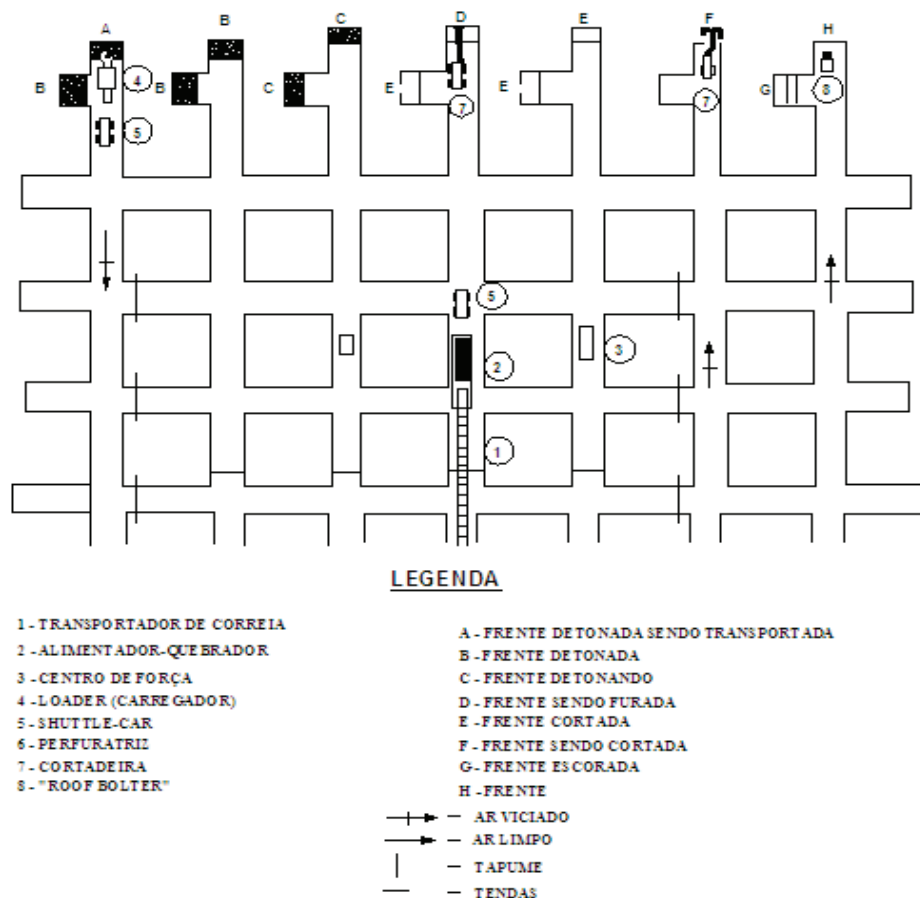
A lavra subterrânea é um método de extração do carvão que consiste na abertura de planos inclinados, galerias de encostas e poços verticais até alcançar a jazida a ser explotada. Possui três operações básicas: Desmonte do material, carregamento e transporte deste à superfície. (MÜLLER, 1987)

“Atualmente todas as minas de carvão em Santa Catarina utilizam o método de lavra de câmaras e pilares, em diversos níveis de mecanização” (AMARAL, 1994, p.4).

O método de câmaras e pilares é utilizado em depósitos com camadas horizontais levemente inclinadas, onde o teto da mina primeiramente é escorado por pilares naturais. O carvão é retirado através de câmaras retangulares, sendo que parte dele é deixado na câmara com o objetivo de sustentação do teto. “Os pilares de carvão são considerados irrecuperáveis, porém poderão ser recuperados por uma lavra em retração permitindo o desabamento do teto” (COSTA; KOPPE, 2002), entretanto a recuperação dos pilares passou a ser proibida a partir de 1990 pelo

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), devido esta técnica causar grandes impactos, riscos de subsidência do terreno e riscos à segurança humana. (AMARAL, 1998)

A **Figura 3** mostra a lavra subterrânea mecanizada através do método de câmaras e pilares. Segundo Müller (1987), este método “[...] consiste na abertura de um eixo principal e a partir deste traça-se, perpendicularmente os painéis com 7 a 9 galerias paralelas, deixando-se pilares quadrados entre estas, os quais são posteriormente minerados” (p. 60). Ainda de acordo com o referido autor, as operações iniciam a partir do corte, onde este é feito através de cortadeira na camada de carvão em toda a largura da galeria. Em seguida para a perfuração das frentes é utilizada uma perfuradeira móvel. Nos furos obtidos pela etapa anterior são colocados explosivos para a posterior detonação. Após a detonação, o carvão desmontado é carregado através de “Loader” – carregador que desloca-se sobre esteiras – até um alimentador-quebrador que alimenta o transportador de correia. Por fim, o teto é escorado através de parafusos de teto para evitar caimento.



**Figura 3:** Lavra mecanizada em câmaras e pilares. (Fonte: modificado de DNPM *apud* MÜLLER, 1987)

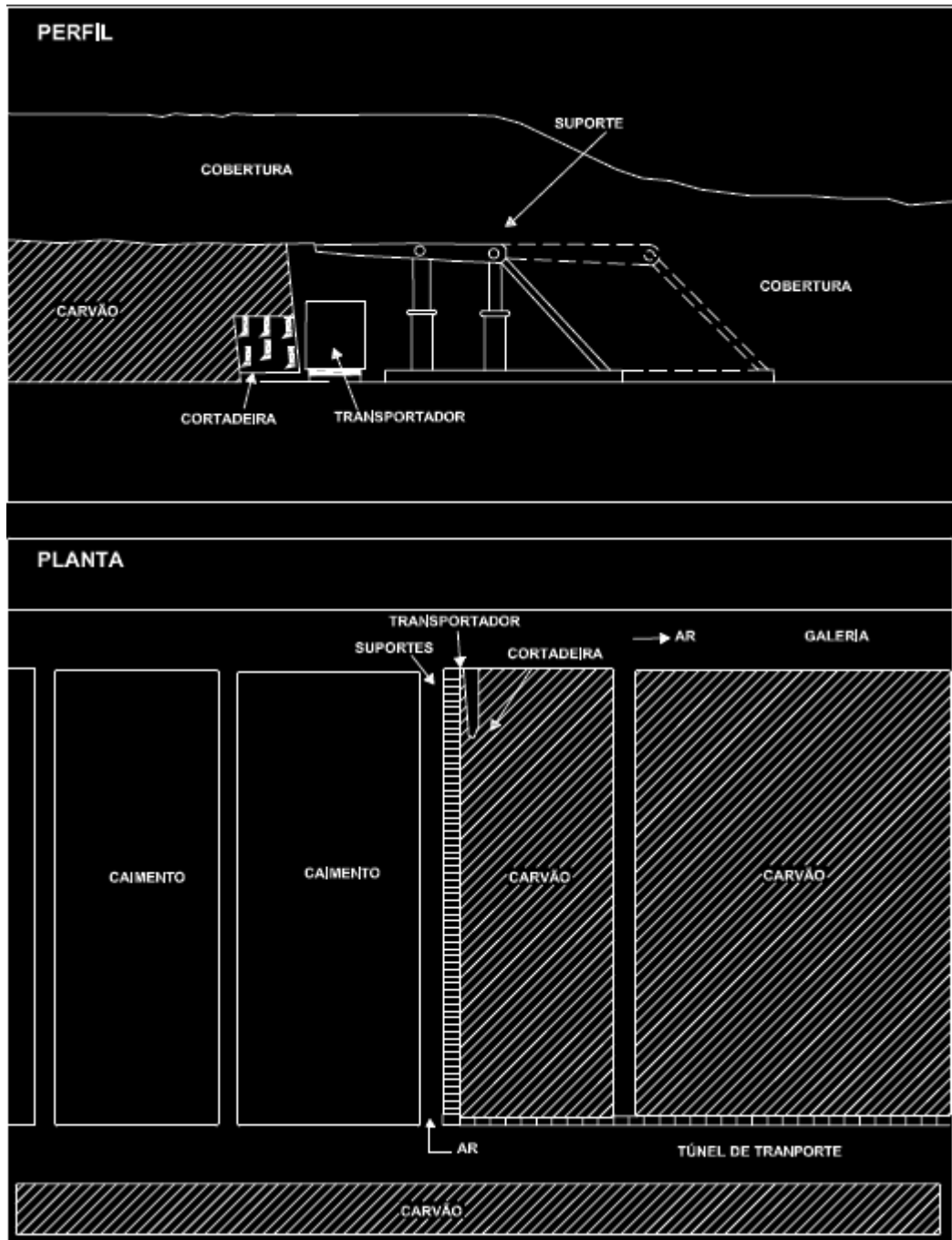
No entanto, no passado foram feitas tentativas com os métodos de *long wall* (Figura 4) e *short wall*, abandonados em favor do método de câmaras e pilares, menos danoso à superfície se executado sem a retração dos pilares de sustentação.

Qualquer método de lavra que contemple a mineração dos pilares de sustentação da mina, quando executados em baixas coberturas, fatalmente provocarão subsidências na superfície, rachaduras no maciço rochoso de cobertura e fuga de águas superficiais e subterrâneas para o interior da mina. Recuperação de pilares em minas com 250m de profundidade ou menos, em Santa Catarina provocaram danos à superfície. Entretanto o método escolhido pelo projetista de uma mina subterrânea é uma composição de aspectos técnicos, legais e de economicidade.

A mineração subterrânea de carvão em Santa Catarina emprega atualmente apenas o método de câmaras e pilares, e até 1990 era permitida a retirada dos pilares de sustentação e quebra do maciço rochoso da cobertura. Esse procedimento gerava inúmeros problemas de segurança e meio ambiente, pois as aglomerações urbanas com o passar do tempo se espalharam sobre as jazidas, além do que as águas poluídas do interior das minas eram simplesmente bombeadas para os cursos d'água próximos. (AMARAL, 1998, p.34)

De acordo com Krebs, Dias e Vieiro (1994) é muito importante o conhecimento da litologia do teto e as espessuras das camadas de carvão para se evitar riscos de subsidência da mina. Os autores ainda afirmam que devido ao ambiente geológico de formação das camadas de carvão, o tipo de teto provavelmente seria constituído de siltitos, arenitos e em alguns casos camadas de siltitos carbonosos.

O teto imediato da camada de carvão, conhecido regionalmente como “alevante”, pode ser constituído por arenito maciço que facilita o escoramento da mina, em contrapartida, na sua maioria é constituído por siltito com grande quantidade de pirita, que quando oxidada provoca instabilidade na mina. Esta instabilidade também pode ocorrer devido ao grau de fratura da cobertura e ocorrência de falhamentos expressivos na área onde situa-se o empreendimento. (KREBS; DIAS e VIEIRO, 1994)



**Figura 4:** Lavra subterrânea através do método de *Longwall*. (Fonte: modificado de THE DIRECT USE COAL – BOLLINGER ENERGY SERIES, sd apud MÜLLER, 1987).

#### 4.1.2 Beneficiamento

O beneficiamento nada mais é que a técnica que visa à remoção de materiais indesejáveis (impurezas) do carvão mineral. Algumas impurezas como a argila são responsáveis pelo teor de cinzas após a combustão do carvão. Já a pirita

possui elevado teor de enxofre, sendo prejudicial ao meio ambiente e aos processos que exigem baixa quantidade desta impureza. (SAMPAIO, 2002)

Os processos de beneficiamento são divididos de acordo com a granulometria do carvão utilizado. Estas granulometrias variam de acordo com especificação do cliente, podendo ser menor que 0,1 mm até superior a 50 mm. As granulometrias inferiores a 0,1mm – ultrafinos de carvão – têm como processo de beneficiamento mais utilizado, a flotação. Entre 0,1 e 2 mm – finos de carvão – são utilizadas para a separação dos materiais indesejáveis, mesas concentradoras e espirais concentradoras. Já em granulometrias entre 2 mm e 50 mm – grossos de carvão – e superiores a 50 mm – grosseiros de carvão – os processos de beneficiamento mais utilizados são jigues, meios densos dinâmicos; meios densos estáticos, respectivamente, embora os grossos de carvão também utilizem os meios densos estáticos. (op. cit)

#### **4.2 Histórico da Mineração de Carvão em Santa Catarina X Meio Ambiente**

No Brasil, o carvão mineral foi descoberto em 1795, onde foram desenvolvidas pesquisas por estrangeiros utilizando amostras deste para o exterior. Na década de 40 em decorrência de problemas em relação ao abastecimento de petróleo, houve uma política específica à extração do carvão nacional, havendo um significativo crescimento da demanda de carvão para uso em geração de eletricidade, navegação de cabotagem e estradas de ferro. (BELOLLI *et al.*, 2002)

Em 1884, a inauguração da Estrada de Ferro Dona Teresa Cristina, chamada atualmente de Ferrovia Teresa Cristina, que liga o Porto de Imbituba a Lauro Müller impulsionou o desenvolvimento das atividades minerárias na região catarinense.

Por volta do ano de 1885, a mineração do carvão em Santa Catarina teve seu início, mas as atividades extrativas nas minas, na época, não tinham grandes planejamentos, ocorrendo verdadeiros garimpos subterrâneos sem muita preocupação ambiental e de segurança do mineiro. (AMARAL, 1998)

Almejando novos investimentos e negócios, empresários do Rio de Janeiro, em 1916, rumaram para o sul catarinense com o intuito principalmente de

explorar o carvão mineral. Após estudos desenvolvidos por engenheiros e investidores, foi criada, em 1917, a primeira empresa mineradora para a exploração do carvão mineral, denominada Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá (CBCA), onde foi comprada terras dos colonos para as construções dos pavilhões da empresa. Já em 1918 foi criada a Companhia Carbonífera de Urussanga (CCU). Nos anos seguintes, surgiram as empresas Companhia Carbonífera Próspera (1921), Companhia Carbonífera Ítalo-Brasileira (1921) e Companhia Nacional Mineração Barro Branco (1922). (BELOLLI *et al.*, 2002)

Ao assumir a presidência da CBCA, o engenheiro Henrique Lage transferiu a direção de suas empresas a outros engenheiros como Ernani Bitencourt e Waldemar de Cunha Brito. A nova direção elevou os investimentos no setor carbonífero. Como exemplo da CBCA, outras empresas passaram a se estabelecer na região carbonífera: CCU, Companhia Minas do Rio Carvão, Sociedade Carbonífera Próspera, Companhia Nacional de Mineração de Carvão Barro Branco, Companhia Carbonífera Ítalo-Brasileira, Mina João Pessoa, Mina Esperança, Mina Rovaris & Minato. A partir daí o governo estabeleceu novas leis de incentivo a mineração e a criação de novas empresas mineradoras. (op. cit)

De acordo com Belolli *et al.* (2002), a queda da Bolsa de Valores de Nova York, na região catarinense, fez com que algumas empresas mineradoras fossem atingidas pela crise no país e paralisassem as atividades minerárias.

Segundo Müller (1987), o carvão metalúrgico se tornou destaque devido à instalação, em 1945, da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), sendo utilizado não só para consumo, como também para desenvolvimento tecnológico. Quando houve a normalização do comércio de petróleo, o carvão voltou a ocupar sua posição no quadro energético, e não mais sendo destaque. Já na década de 70, o setor petrolífero entrou novamente em crise, propiciando ao carvão ser utilizado como fonte alternativa para o petróleo.

Até a década de 1970, a lavra de carvão a céu aberto utilizando equipamentos de grande porte e a lavra subterrânea com retração dos pilares de sustentação da mina, executada por diversas empresas mineradoras da região carbonífera, causou imensos impactos ao meio ambiente degradando grandes hectares de áreas, formando as famosas paisagens lunares com suas litologias invertidas. (AMARAL, 1998)

Durante anos de mineração sem técnicas e medidas adequadas de controle ambiental, surgiram severas fontes de poluição do ar, água e solo, sendo estas devido à disposição inadequada de rejeitos carbonosos de beneficiamento ricos em sulfetos, em leitos de rios como também o bombeamento de efluentes das minas de beneficiamento diretamente nas drenagens assoreando-as e deixando-as “estéreis”. Em épocas de intensa precipitação pluviométrica, as drenagens contaminadas se enchiam e invadiam propriedades rurais poluindo o solo e destruindo as pastagens, gerando prejuízos financeiros ao agricultor. (op.cit)

Devido à intensa degradação ambiental da Região Carbonífera de Santa Catarina, no passado, esta foi considerada como 14ª Área Crítica Nacional para o controle da poluição e conservação da qualidade ambiental, pelo Decreto Federal nº 85.206/80. Neste momento a questão ambiental começou a ser encarada como essencial para a qualidade da vida das pessoas e manutenção dos recursos naturais, através de pressões exigidas por leis que passaram a surgir na época.

Na década de 90, o setor carbonífero sofreu desregulamentação por decreto do Governo Federal, cessando a obrigatoriedade de consumo do carvão metalúrgico nacional, liberando as importações e os preços dos produtos. Santa Catarina que por muitos anos foi o único estado fornecedor de carvão metalúrgico às siderurgias, sofreu com a crise, pois os 7% (AMARAL; VALIATI, 1994) do carvão nacional que era consumido por estas empresas, passou a ser substituído por importados de melhor qualidade. Em 1997, a situação no setor carbonífero começou a melhorar, graças à inauguração da usina Jorge Lacerda IV, havendo uma ampliação na produção do carvão energético para suprir a termoelétrica. (BRASIL, 2008)

Atualmente, as empresas carboníferas têm investido em projetos para recuperação de áreas com passivos ambientais, contribuindo para a redução do impacto ambiental na Região. Esta mobilização em prol da recuperação de áreas degradadas deve-se principalmente à adoção de medidas para controle dos depósitos de rejeitos, controle da drenagem, conservação dos pilares das minas subterrâneas, o que minimiza a subsidência e outros perigos, implantação de Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) e implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGAs), onde através destes trabalhos de minimização e controle dos impactos ambientais, algumas empresas da região já conquistaram a certificação ISO 14001. (op. cit)

### 4.2.1 Carvão em Santa Catarina

As principais ocorrências de carvão, em nível nacional, localizam-se na região sul se estendendo pelo estado de São Paulo, passando pelo Paraná e Santa Catarina, até o estado do Rio Grande do Sul. (BELOLLI, 2002).

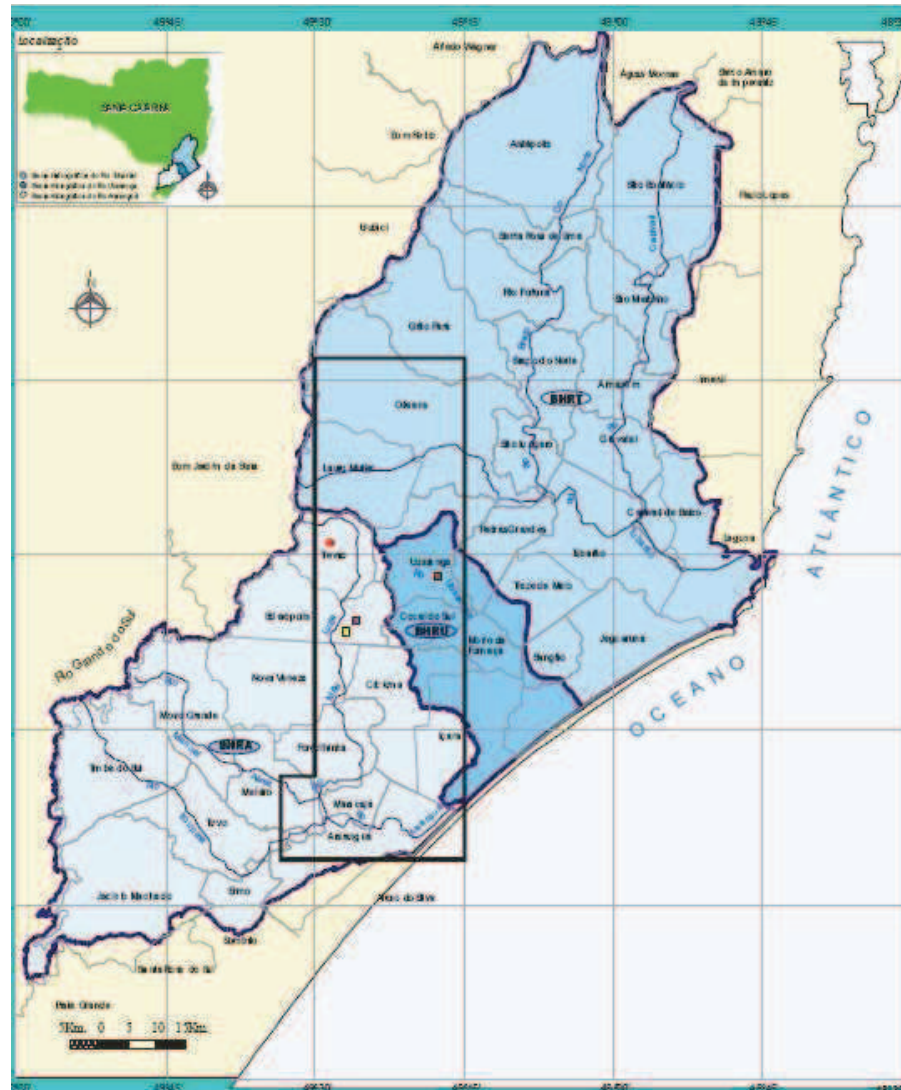
A Bacia Carbonífera de Santa Catarina (**Figura 5**) possui uma faixa aproximada de 100 km de comprimento e uma largura média de 20 km, seguindo a orientação norte-sul, situada entre a Serra Geral a Oeste e o maciço granítico da Serra do Mar a leste. (op. cit)

A exploração do carvão catarinense desenvolve-se na região sul do Estado, onde importantes centros de mineração se afirmam nos municípios de Lauro Müller, Urussanga, Siderópolis, Treviso, Criciúma, Forquilha, Içara, Morro da Fumaça e Maracajá. (BELOLLI *et al.*, 2002, p. 11)

De acordo com Krebs (2004), na Região Carbonífera de Santa Catarina afloram rochas sedimentares e ígneas, ocorrendo também extensos depósitos de leques aluviais junto aos cursos d'água. O mesmo autor ainda afirma que as três bacias hidrográficas que drenam a região carbonífera – Bacia do rio Araranguá, Bacia do rio Urussanga e Bacia do rio Tubarão – estão comprometidas pela degradação ocasionada através da mineração de carvão, sendo a primeira bacia citada, considerada a que se encontra em situação mais alarmante, devido cerca de 80% das atividades de lavra concentradas em seus limites territoriais.

“Do ponto de vista ambiental, a Bacia do Araranguá é uma das áreas consideradas críticas no estado em relação à disponibilidade hídrica e à qualidade das águas, pois nessa bacia 2/3 dos seus rios encontram-se poluídos.” (SANTA CATARINA, 1997b *apud* KREBS, 2004, p. 31)



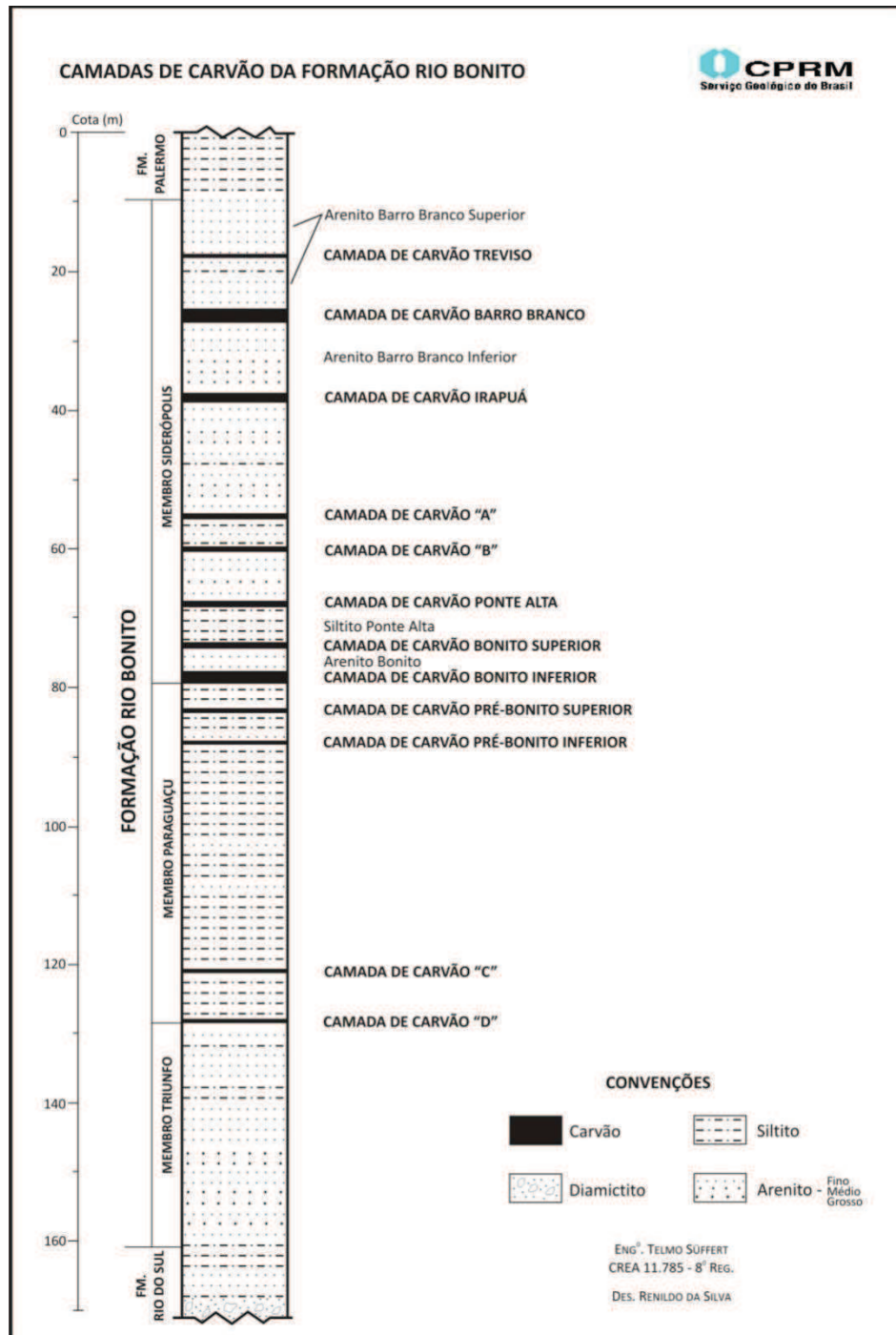


**Figura 5:** Bacias hidrográficas do sul de SC com delimitação da Bacia Carbonífera. (Fonte: BRASIL, 2008)

A Bacia Carbonífera de Santa Catarina possui grande importância econômica e estratégica no contexto energético brasileiro, pois o carvão para vapor produzido nas minas catarinenses supre a demanda de carvão para a Usina Termelétrica Jorge Lacerda, localizada no município de Capivari de Baixo. Parte do carvão produzido possui ainda uma fração metalúrgica, a qual supre as coqueiras da região. As camadas de carvão mais importantes situam-se na porção superior da Formação Rio Bonito, no Membro Siderópolis. São identificadas 12 camadas de carvão na região, sendo elas do topo à base: Treviso, Barro Branco, Irapuá, “A”, “B”, Ponte Alta, Bonito Superior, Bonito Inferior, Pré-Bonito Superior, Pré-Bonito Inferior, “C” e “D” (**Figura 6**). O carvão das Camadas Barro Branco e Irapuá destacam-se pelo conteúdo em menor teor de cinzas, possuindo ambas ainda, uma fração de

carvão metalúrgico. (SÜFFERT; DAEMON, 1977). A seguir serão apresentadas as camadas de carvão de acordo com sua maior importância e ocorrência na Bacia.

Para se obter informações sobre o carvão no Estado, foram feitos vários projetos de pesquisa como o Projeto Carvão de Santa Catarina – Relatório Integrado (1978), Projeto Carvão Norte de Santa Catarina (1975), Projeto Carvão Bonito Gaseificável (1977) e Projeto Carvão em Araranguá-Torres (1976).



**Figura 6:** Representação das camadas de carvão da Formação Rio Bonito. (modificado de SÜFFERT *et al.*, 1977).

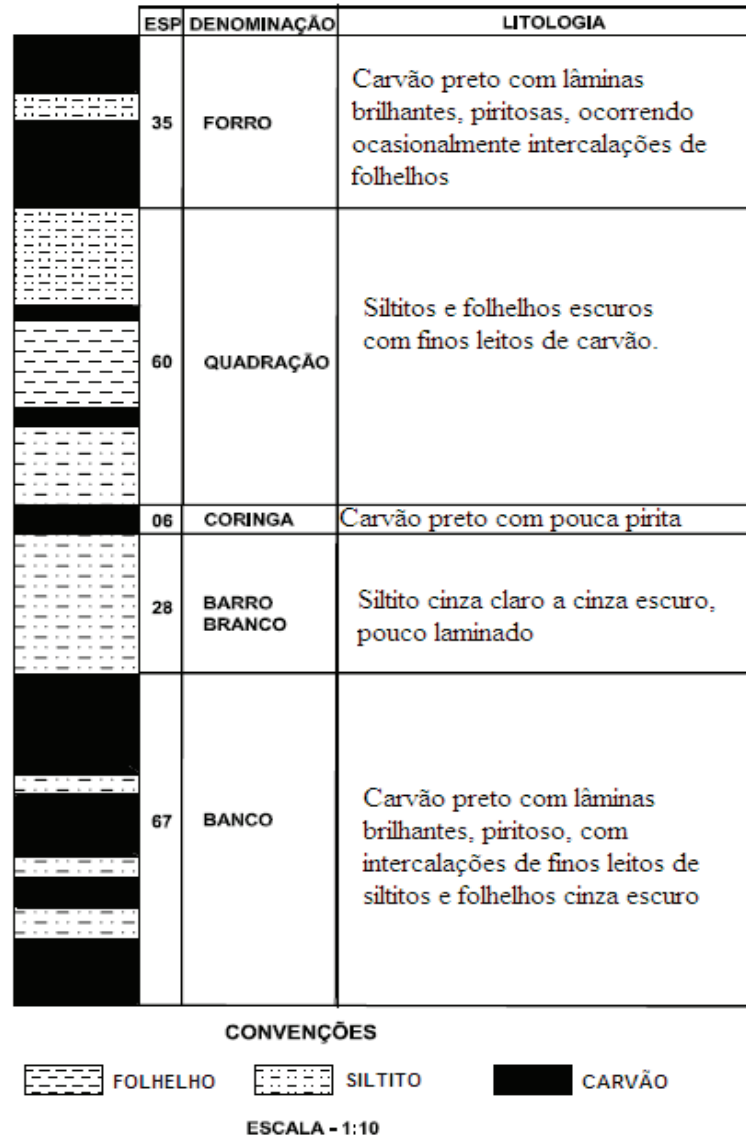
De acordo com a **Figura 6**, as camadas de carvão mais importantes e exploradas na região carbonífera (Barro Branco, Bonito e Irapuá) estão inseridas na Formação Rio Bonito, no Membro Siderópolis. Ainda de acordo com a referida figura, a base da sequência – Membro Triunfo – segundo Krebs e Nosse (1998), é formada por conglomerados fino a grosseiros de coloração cinza-clara associados, não muito frequentemente, a pelitos – rochas com componentes argilosos e sílticos – carbonosos de coloração cinza-escura. Acima do Membro Triunfo ocorre o Membro Paraguaçu, formado na sua maioria de sedimentos pelíticos intercalados com areias finas e esporadicamente por estratos de marga (calcário que contém argila).

A sequência sedimentar do Membro Paraguaçu é seguida por um espesso pacote constituídos, na sua maioria, por sedimentos arenosos com delgadas intercalações de siltitos cinzas portadores de leitos e camadas de carvão pertencentes ao Membro Siderópolis. (NOSSE; KREBS, 1998, p. 7)

### **Camada Barro Branco**

Esta camada situa-se logo abaixo da Camada Treviso numa distância aproximada de 5m (FABRICIO, 1973). Ela é uma das camadas mais importantes, pois se estende por toda a Bacia Carbonífera de Santa Catarina e o seu carvão – incluído na categoria dos carvões betuminosos – possui boa qualidade para ser utilizado na siderurgia.

A **Figura 7** mostra como esta camada encontra-se estruturada na porção leste e central da bacia carbonífera, evidenciando através das denominações regionais o forro, a quadração e o banco.



**Figura 7:** Perfil da camada de carvão Barro Branco (BB). (Fonte: Modificado de FABRÍCIO, 1973)

## Camada Bonito

A Camada Bonito é subdividida em Bonito superior e Bonito Inferior, sendo que esta última possui uma maior importância. Possuem espessuras desiguais e são separadas por rocha estéril, siltitos ou arenitos. Pelo fato destas camadas encontrarem muito próximas uma da outra, na maioria das vezes, elas são estudadas unicamente como Camada Bonito.

De acordo com Fabrício (1973), esta Camada é constituída em grande parte por leitos de carvão com espessuras variáveis, separadas por leitos de materiais estéreis. Já a camada superior possui uma espessura aproximada de 0,40

m podendo ser intercalada por finas camadas de siltitos e folhelhos e constituída por apenas um leito de carvão.

A posição desta Camada, no Estado, em relação à Camada Barro Branco possui variações dentro da Bacia Carbonífera, evidenciando que o comportamento estrutural entre ambas não é concordante. Está presente em grande parte na borda leste da referida bacia, na sua porção norte e sul, sendo que sua espessura é maior em Içara, ao sul, e Lauro Müller, ao norte. (FABRÍCIO, 1973)

A Camada Bonito Inferior – considerada de maior relevância – está bem desenvolvida na porção norte da jazida, na região de Lauro Müller e Treviso, onde ultrapassa 3,00 m de camada total. A Bonito Superior, possui espessura menor que a Bonito Inferior, sendo que suas maiores espessuras concentram-se ao sul do depósito sul-catarinense, mais precisamente nos municípios de Içara e Araranguá. Ambas as camadas são constituídas por carvão fosco intercalado com folhelho e siltitos (geralmente carbonosos). (BRASIL, 2008)

Tanto esta Camada como as outras citadas anteriormente possuem características necessárias para uso siderúrgico, embora a Camada Bonito seja inferior às já citadas para este fim. Como está presente em grande quantidade nas áreas já mencionadas acima (Lauro Müller e Içara), o seu principal uso é nas indústrias para fins termelétricos.

### **Camada Irapuá**

Esta camada encontra-se entre 4 a 15m abaixo da camada Barro Branco e é constituída por carvão preto com lentes e lâminas brilhantes intercaladas com leititos de siltitos e folhelhos pretos, apresentando espessura média da camada de 1,90m (aproximadamente 1,30m de carvão na camada), segundo DNPM (1981).

A ocorrência da Camada Irapuá é restrita, podendo ser encontrada no Vale do rio Mãe Luzia. Esta Camada também é descrita na porção costeira, mas não se tem registros de nenhuma mina nesta região.

#### 4.2.2 Aquíferos no Município de Criciúma

No município de Criciúma atuam dois tipos de aquíferos, sendo eles o aquífero poroso (porosidade primária) diretamente ligado às rochas sedimentares gonduânicas e aos sedimentos quaternários (mais recentes que estão ainda em formação); e o aquífero fraturado (porosidade secundária) diretamente ligado às rochas basálticas. (NOSSE; KREBS, 1998)

Para se identificar um aquífero é necessário saber sobre suas principais características como permeabilidade, fraturamento, vulnerabilidade, transmissividade e porosidade. Segundo Krebs (2004), porosidade total pode ser entendida como sendo a relação entre os volumes vazios e volume total da rocha/solo, onde as águas subterrâneas podem se mover entre os vazios ou poros das rochas (porosidade primária); ou por fissuras e cavidades originadas por dissolução após sua formação (porosidade secundária). A porosidade primária ocorre, na sua maioria, em rochas sedimentares ou sedimentos originando os aquíferos porosos e depende do tamanho e forma dos grãos, pois se os grãos forem de tamanhos variados, a porosidade conseqüentemente tende a ser menor que em grãos de tamanho uniforme, pois estes ocupam os espaços vazios entre os grãos maiores. Já a porosidade secundária, segundo Krebs (2004), “está associada aos chamados meios anisotrópicos, originando o aquífero fissural, no caso de fraturas, fissuras, em rochas cristalinas (ígneas e metamórficas), e o aquífero cárstico, no caso de dissolução de rochas carbonáticas.” (p.75)

A Formação Rio Bonito que abrange grande parte da região cricumense, de acordo com Nosse; Krebs (1998) atua como a mais importante unidade geológica devido à sua disponibilidade de água subterrânea. O Membro Siderópolis – terço superior da referida Formação – constituído na sua maioria por camadas de carvão e siltitos carbonosos intercaladas por rochas de arenito, possui inúmeros aquíferos relacionados a diferentes intervalos litológicos.

### 4.2.3 Cobertura Vegetal no Município de Criciúma

O município de Criciúma está inserido em área de Floresta Ombrófila Densa, sendo que das cinco formações pertencentes a este grupo, segundo Teixeira (1994) apenas duas ocorrem neste local, sendo elas:

- Formação das Terras Baixas: Ocorre em áreas planas com altitudes de até 30m em terrenos formados por sedimentos aluvionares do período Quaternário. Localiza-se em sua pequena extensão ao sul do Município, próximo à BR-101.
- Formação Submontana: Esta formação é predominante no Município, ocorrendo em altitudes de 30 m a 400 m, desde áreas planas do Pré-Cambriano Permiano até o Jurássico. Esta formação vegetal caracteriza-se por apresentar agrupamentos bem desenvolvidos originando uma cobertura arbórea densa e contínua. A diversificação ambiental, resultante da interação de múltiplos fatores, é um importante aspecto desta região, com ponderável influência sobre a dispersão e crescimento da fauna e da flora (LEITE; KLEIN, 1990).

A vegetação secundária encontra-se dispersa por toda área, mas em geral em encostas com declives acentuados e topos de morros pedregosos (TEIXEIRA, 1994). Além disso, segundo o art. 2º da Resolução CONAMA nº 029 de 07 de dezembro de 1994, vegetação secundária é “[...] resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária.”

### 4.3 Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá

A Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá foi fundada em 1917 pelo senador Paulo de Frontin, sendo a primeira empresa mineradora para a exploração do carvão mineral em Santa Catarina. (BELOLLI *et al.*, 2002)

Até 1938 todo o carvão extraído era comercializado pela CBCA através de convênios firmados com empreiteiras, à exceção das regiões de Urussanga e Lauro

Müller. Através destes convênios, a empresa pôde triplicar sua produção em relação ao ano anterior que foi de 25.000 toneladas. (op. cit)

Em 1988 a CBCA declarou falência e encerrou suas atividades. Cerca de 96% de suas áreas foram arrendadas pela Cooperativa de Extração de Carvão Mineral dos Trabalhadores de Criciúma (Cooperminas) onde esta assumiria todo o passivo ambiental, mas esta transação acabou sendo anulada pela 1ª Vara Civil da Comarca de Criciúma, ficando sob sua responsabilidade apenas as minas 2 e 3. A CBCA, durante esta época operou através de empreiteiras ou diretamente as minas: Mina I/Poço I – Santa Luzia, Mina II/Poço II – São Roque, Mina III –Verdinho, Mina Antônio de Lucca A, Mina Antônio de Lucca B, São Simão, Mina do Mato, Santa Bárbara e Dratel I, Dratel II, Dratel III e Dratel IV. (DNPM, 2008)

#### **4.4 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas na Bacia Carbonífera de Santa Catarina**

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), da Bacia Carbonífera de Santa Catarina teve prosseguimento no ano 2000, sendo este elaborado pelo Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCT, em parceria com o *Canada Center for Mineral and Energy Technology - CANMET*, e com apoio do Núcleo de Meio Ambiente do Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina (SIECESC). (BRASIL, 2008)

Este projeto tem como principal objetivo o cumprimento da sentença da Justiça Federal publicada em 2000, onde as empresas mineradoras, a União e o Estado de Santa Catarina foram condenados a apresentar Programas para a Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD's) sob suas responsabilidades. (op. cit.)

O projeto passou por reformulações por parte do Juiz Federal responsável pela sentença através de pedido feito pelo Ministério Público Federal (MPF) – devido a vitorias nas áreas sob sentença e avaliação dos projetos de recuperação feitos pelos sentenciados - apresentando novas diretrizes para apresentação, elaboração, execução e monitoramento dos PRAD's. De acordo com isso o MPF, em abril de 2006, solicitou e o juiz proferiu decisão determinando que as empresas apresentassem novos projetos de recuperação contemplando as normas técnicas –



NBR 13030, e os itens NRM-01e NRM-21, onde estes dispõem das normas gerais e reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactas, respectivamente, da Portaria do DNPM nº 237, de 18/10/2001, dentro do prazo de 4 meses a partir da data do proferimento. Após este tempo, as empresas apresentaram seus projetos e estes foram analisados pelo MPF e a FATMA. (op. cit)

Para ajudar nos trabalhos de elaboração e assistência aos PRAD's, em 2004 foi instituído o Grupo Técnico de Assessoramento à Sentença (GTA) pelo MPF para unir técnicos das partes interessadas à recuperação das áreas degradadas promovendo uma maior rapidez na recuperação do passivo ambiental.

a função do GTA não é elaborar PRAD's, e, sim, assessorar este Juízo. As eventuais informações colhidas pelo GTA servem como elementos para decisão judicial e orientação das ações de recuperação, não retirando, de nenhuma forma, dos ombros das empresas seus deveres, tais como a apresentação de PRAD's determinada pela decisão das fls. 3942-3946. (BRASIL, 2008)

Como a CBCA não apresentou nenhum PRAD e nem se manifestou quanto à questão de recuperação de áreas degradadas sob sua responsabilidade, tanto ela como a Carbonífera Treviso que também não se manifestou, culminou em multa a ambas, apesar de não ter sido paga. Embora tenha sido exigido das empresas mineradoras a recuperação dos passivos ambientais, a CBCA por se encontrar até o presente momento “mergulhada” em inúmeros processos, falida perante a Justiça Federal e, além disso, sem produção mineral, impossibilitaria qualquer tentativa de apresentação de PRAD's das áreas a ela pertencentes, ficando a cargo da União a recuperação dessas áreas diante da solidariedade reconhecida judicialmente. (BRASIL, 2008)

Após longo período de decisão de quem seria responsável pelas áreas degradadas, devido a arrendamentos, concessões, ficou fixada a responsabilidade, cabendo às empresas mineradoras, ao Estado de Santa Catarina e à União a tarefa de recuperar as áreas degradadas sobre suas responsabilidades, além de arcar com os prejuízos de indenizações à população afetada pela degradação e pagar multa cominatória. Cabe à União arcar com os prejuízos causados por antigas minerações do carvão encerradas até 1972. Assim sendo, de acordo com a sentença,

- a) áreas degradadas terrestres (depósitos de rejeitos, áreas mineradas a céu aberto e minas abandonadas), cuja mineração foi encerrada antes de 1972: a responsabilidade pela recuperação é da UNIÃO;
- b) áreas degradadas terrestres (depósitos de rejeitos, áreas mineradas a céu aberto e minas abandonadas), cuja mineração foi iniciada após 1989: estão fora do alcance da sentença;

c) áreas degradadas terrestres (depósitos de rejeitos, áreas mineradas a céu aberto e minas abandonadas), cuja mineração se deu, total ou parcialmente, no período 1972 - 1989: a recuperação pode ser exigida da empresa que degradou, dos respectivos sócios ou da UNIÃO (segundo a decisão recente do STJ);

d) recursos hídricos: não há limite temporal, pela indivisibilidade do objeto. (BRASIL, 2008)

De acordo com a Ação Civil Pública nº 93.8000533-4 (Processo nº 2000.72.04.002543-9) do Ministério Público Federal, que condena solidariamente as mineradoras e a União a promoverem a recuperação ambiental das áreas degradadas pelas atividades de extração e beneficiamento de carvão em Santa Catarina,

a União deverá, nos exatos termos da decisão de abril de 2006 (fls. 3942-3946v), que está sendo, em uma análise perfunctória, em parte considerável, cumprida pelas mineradoras e que já foi mantida pelo TRF 4ª Região no Agravo de Instrumento nº 2006.04.00.017276-7/SC, apresentar, no prazo de 04 (quatro) meses, PRADs em conformidade com o modelo adotado por este Juízo, os quais deverão abarcar todas as áreas de depósitos de rejeitos, áreas mineradas a céu aberto e minas abandonadas sob suas responsabilidades, sob pena de multa, referentes às seguintes áreas: Dratel I, Dratel II, Dratel III, Dratel IV, Santa Bárbara, Poço 1/ Mina 1, São Simão, Antônio de Lucca "A", Antônio de Lucca "B" e São Pedro. (BRASIL, 2008)

Como a União ficou responsável pela recuperação das áreas citadas anteriormente, segundo BRASIL (2008), foi instituído um Grupo Técnico Interministerial (GTI), que já apresentou amplo levantamento destas áreas degradadas. Foi fixado um prazo, pelo Juiz Federal, de até dezembro de 2009 para a União apresentar os PRAD's das áreas degradadas pela CBCA e contratação da elaboração dos PRAD's das áreas degradadas pela Carbonífera Treviso S/A.

Objetivando a elaboração dos PRAD's das áreas Mina I/Poço I – Santa Luzia, Mina II/Poço II – São Roque, Mina III – Verdinho, Mina Antônio de Lucca A, Mina Antônio de Lucca B, São Simão, Mina do Mato, Santa Bárbara e Dratel I, Dratel II, Dratel III e Dratel IV; pertencentes à CBCA, o DNPM 11º Distrito, individualizou em mapa 23 áreas que deverão ser contempladas pelos referidos PRAD's, embora algumas áreas, como a área 22 e a área 23, bem como porções das áreas 05 e 18, posteriormente passaram a ser responsabilidade de outras empresas. O mapa de localização das áreas da CBCA, cuja recuperação ambiental ficou sob responsabilidade da União, é apresentado no Anexo I e o novo modelo de PRAD

contemplando a NBR 13030, itens NRM-01e NRM-21 da Portaria do DNPM nº 237 é apresentado no **Anexo II**.

#### **4.4.1 Impactos Ambientais**

A mineração do carvão é uma atividade muito impactante, ocasionando degradação do meio físico e biológico. “Desde a frente de lavra, passando pelo beneficiamento, áreas de rejeito, transporte, estendendo-se ao uso e transformação do carvão” (KREBS; DIAS E VIEIRO, 1994) provocam intenso impacto ambiental.

De acordo com art. 1º da Resolução CONAMA nº 001/1986 (Conselho Nacional do Meio Ambiente) impacto ambiental pode ser entendido como, qualquer alteração das propriedades químicas, físicas e biológicas do meio ambiente, sendo estas causadas pelas atividades humanas e que possam afetar direta ou indiretamente a saúde e bem-estar da população, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais e as atividades econômicas e sociais.

Na Região Carbonífera de Santa Catarina, diversas áreas estão cobertas por rejeitos piritosos provenientes de antigas minerações representando grandes impactos devido à disposição inadequada. Em alguns casos foram dispostos em meia-encostas e por não estarem compactados e totalmente expostos, proporcionaram uma aceleração dos processos erosivos com ocorrência de sulcos, ravinamentos e voçorocas. Como consequência destes processos, pode ocorrer assoreamento e contaminação de drenagens próximas destas áreas. (KREBS; VIEIRO, 1994). Somado a isso, os autores também afirmam que a disposição de rejeitos e estéreis de forma incorreta pode acarretar a lixiviação destes contribuindo para a acidificação dos solos e águas superficiais. Em épocas de intensa pluviosidade, o rejeito pode acabar alcançando áreas agrícolas sendo nocivo, devido à deposição de metais presentes em sua composição nestes locais.

Grande parte da rede hidrográfica da região (Bacias dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão) está comprometida em função da exploração do carvão mineral e da má disposição dos rejeitos. (KREBS; DIAS; VIEIRO, 1994)

De acordo com Krebs, Dias e Vieiro (1994) até os mananciais subterrâneos que não foram totalmente destruídos pelos processos de mineração do carvão, ainda assim encontram-se com índices elevados de acidez, ferro total e sulfatos. Somado ao que foi citado, áreas desprovidas de qualquer tipo de vegetação também propiciam os processos erosivos.

Os referidos autores afirmam também que a utilização de rejeito de mineração como material de empréstimo para aterramento de áreas baixas para posterior construção de residências ou até mesmo para recobrimento primário de estradas, compromete outras áreas não mineradas, onde “a exposição deste material à lixiviação das águas pluviais expande o processo de poluição para áreas sem atividades mineiras” (p. 16)

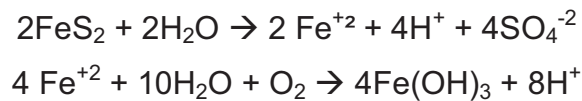
Outro problema decorrente das atividades mineiras na Região são as bocas de minas (abertura de mina) abandonadas sem nenhum critério de segurança. A Drenagem Ácida de Mina (DAM) alcança os recursos hídricos próximos contaminando-os através da acidificação da água em função do baixo pH (Potencial Hidrogeniônico). Outro fator para a geração da DAM é a falta de proteção das Bocas de Minas (BMs), pois quando chove, parte da água da chuva pode adentrar as galerias da mina através de poços verticais abertos, fraturas naturais ou ocasionadas pela mineração, além de fraturamento de diques de diabásio, contribuindo assim à geração da DAM. Os diques quando fraturados e ligados aos aquíferos sub-superficiais levam para dentro da mina grandes volumes indesejáveis de água, podendo comprometer a atividade mineira provocando também acidentes aos trabalhadores locais. (AMARAL; PAZZETTO, 2009)

A DAM é um processo no qual ocorre reações químicas de sulfetos, geralmente sulfetos de ferro, e ar na presença de água. Reação muito comum em minerações de carvão, pois nos veios do carvão normalmente estão presentes pirita e marcassita, grandes responsáveis pela produção de enxofre. (CORSEUIL, 1984)

Em Criciúma e região há um intenso adensamento populacional em áreas onde há a disposição de rejeitos de mina, o que compromete qualquer trabalho de recuperação das áreas degradadas. Em antigas minas abandonadas, pode ocorrer a subsidência do terreno gerando sérios perigos para a população da região. As construções civis nas áreas degradadas com ausência de qualquer recuperação, destituídas de cobertura vegetal e sistemas de drenagem superficial podem sofrer transtornos devido a aceleração dos processos erosivos nestas áreas, carreando

para suas depressões em épocas chuvosas grande quantidade de lama obstruindo ruas e canais de drenagem e invadindo as residências. (KREBS; DIAS; VIEIRO, 1994)

Os rejeitos do carvão, segundo Prochnow e Porto (2000), inicialmente apresentam pH neutro a alcalino, passando a acidificar quando a pirita se oxida, sendo tanto pela ação de microorganismos em contato com o ar, variações de umidade ou como também variações térmicas. Esta oxidação transforma a pirita em sulfato aumentando seu caráter ácido, como mostra a seguinte equação:



Observando a equação acima, de acordo com a variação do pH, áreas com o rejeito não queimado, a partir da oxidação da pirita, o seu pH tende a diminuir gradativamente, tornando extremamente ácido, aumentando em seguida até esgotar o potencial de acidez. Inicialmente a quantidade de sulfato livre é baixa, aumentando até o último estágio. Em rejeitos queimados, a situação citada acima não ocorre, pois com a sua combustão, a pirita é oxidada e sem produção de rejeitos sólidos ácidos. (PROCHNOW; PORTO, 2000)

Segundo Alexandre; Krebs (1995), a disposição de rejeitos sem compactação e o não revestimento de taludes com argila e vegetação, favorecem a oxidação da pirita, pois o oxigênio presente no ar e a umidade contribuem para a formação do ácido. Ainda de acordo com os referidos autores, os rejeitos provenientes da mineração e beneficiamento do carvão, tendem a sofrer reações químicas até que toda a pirita seja oxidada ao sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) e posteriormente ao ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

A lavra a céu aberto no ponto de vista ambiental é mais impactante que a lavra subterrânea. Na lavra de superfície o próprio decapeamento já provoca impacto visual, devido à intensa escavação de grandes volumes de rocha/solo, ocorrendo alterações topográficas, supressão da vegetação local e comprometimento do regime hidrológico (COSTA; KOPPE, 2002). Ainda de acordo com os autores, outros impactos estão associados como: afugentamento da fauna, geração de poeiras e gases devido a detonações, gases decorrentes do escapamento das máquinas, ruídos gerando desconforto ao mineiro e à população local, deposição de estéreis e rejeitos sem qualquer cobertura, onde estes últimos

em contato com ar/água podem sofrer oxidação e acidificar o solo e lixiviação contaminando os recursos hídricos e assoreando-os.

Já na lavra subterrânea, em relação à superfície abrangida, o impacto ambiental é menor que a lavra a céu aberto. Em contrapartida, as chances de subsidência e solapamento da mina são grandes, além desta técnica provocar rebaixamento do lençol freático alterando o regime hidrológico, afetar a potencialidade do solo na área rural e ameaçar as edificações locais. (KREBS; DIAS E VIEIRO, 1994; COSTA e KOPPE, 2002). Além disso, outro problema da mineração subterrânea, segundo os referidos autores é a geração de gases e poeiras provenientes da detonação de explosivos para a abertura de novas galerias. O estéril extraído juntamente com o carvão, ROM (*run of mine*) é levado para a superfície ocasionando os mesmos impactos já citados na lavra a céu aberto. Outro impacto ambiental considerado muito importante é a geração de gás metano, conhecido popularmente como gás grisú (mistura de gás metano com o oxigênio), gerado naturalmente em minas subterrâneas e que já provocou acidentes fatais na mineração.

Atualmente, algumas empresas da região carbonífera, passaram a substituir o uso de explosivos para a exploração do carvão mineral, por minerador contínuo. Este equipamento não só traz mais praticidade no momento da extração, como também provoca menos impactos ambientais que a técnica citada anteriormente, pois mantém a estrutura do maciço rochoso e não gera gases como acontece na detonação com explosivos.

Na etapa de beneficiamento, em minerações passadas, segundo o geólogo José Eduardo do Amaral, a água utilizada na lavagem do ROM não tinha qualquer tratamento e critérios para descarte, sendo chamadas de águas negras de beneficiamento. O próprio lavador já era instalado em áreas próximas a leitos de rios, onde se bombeava parte desta água para a lavagem do ROM e a água resultante era lançada à jusante do referido recurso hídrico. Atualmente, grande parte da água é reaproveitada sendo feitos circuitos fechados para sua utilização. A água resultante da lavagem do ROM tem como destino as bacias de decantação, onde posteriormente após decantação dos sólidos, parte desta volta a ser utilizada já clarificada, no processo de beneficiamento. Quanto mais ácida a água a ser utilizada, melhor é a remoção de carbonatos incrustados no mineral, que são responsáveis por gerações de cinzas durante combustão do carvão.

Além disso, os mineiros tanto na lavra a céu aberto como na lavra em subsolo, devem ser muito bem treinados, os EPIs (Equipamento de Proteção Individual) devem ser fornecidos pelas empresas aos funcionários, bem como deve ser abordada sua importância. Nas empresas é necessário também um grupo treinado para casos de emergências, com planos de emergência adequados e fáceis de ser executados.

#### 4.4.2 Resíduos

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 10004 da Academia Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos podem ser classificados em Classe I – resíduos perigosos – e Classe II – resíduos não perigosos – sendo que esta última é subdividida em Classe II A – resíduos não-inertes e Classe II B (resíduos inertes). O rejeito de mineração pode ser classificado como resíduo não perigoso não-inerte (Classe II A) ou inerte (Classe II B), onde:

- “Resíduos Classe II A: são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B. Estes resíduos podem ter propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- Resíduo Classe II B: Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.” (ABNT 2004, p. 11)

A **Figura 8** mostra os critérios para caracterização dos resíduos.

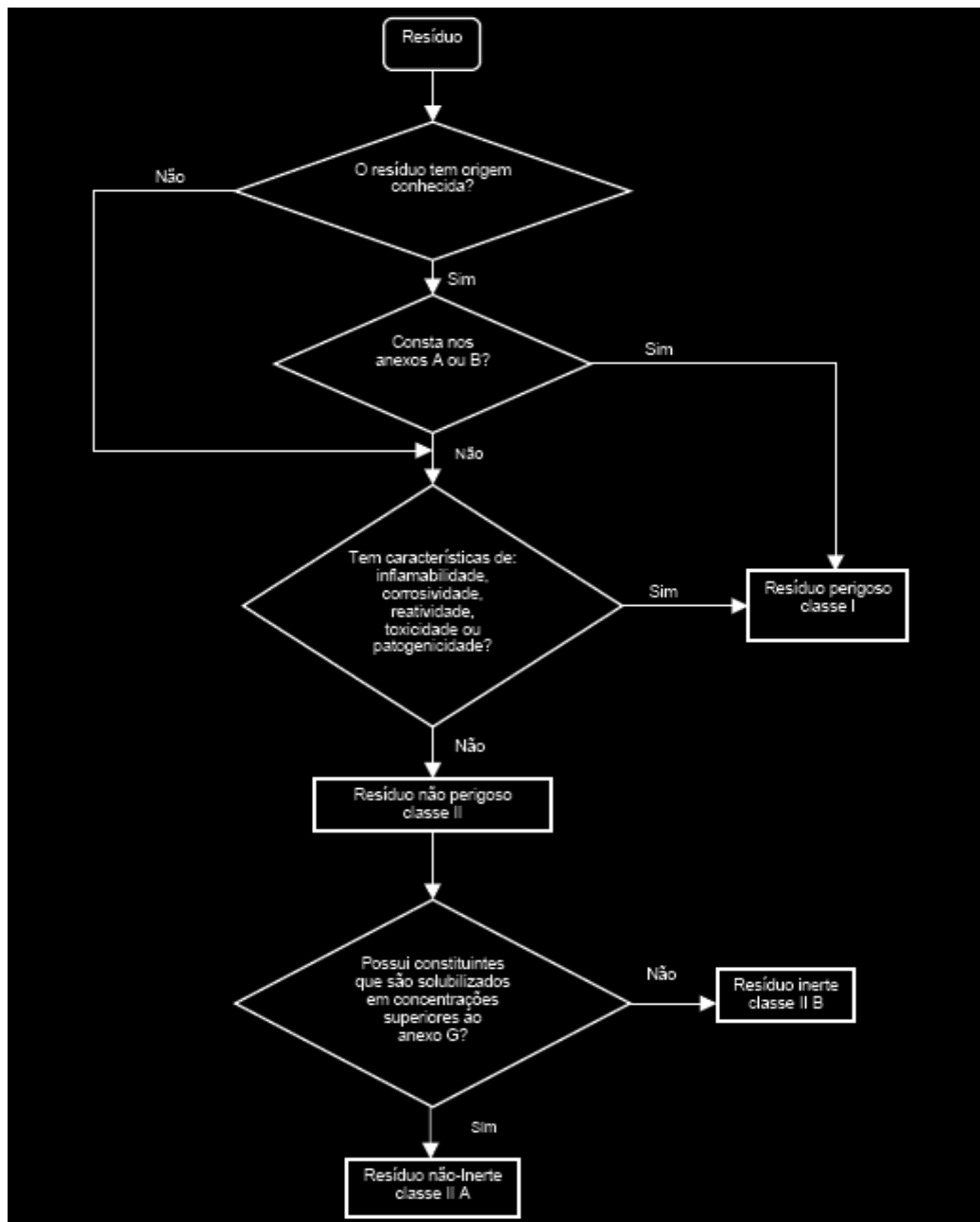


Figura 8: Caracterização e classificação dos resíduos. (Fonte: ABNT, 2004)

#### 4.4.3 Lançamento de efluentes

O lançamento inadequado de efluentes não só compromete os recursos hídricos como também ocasiona desconforto à população. O descarte correto deve seguir a legislação ambiental vigente. O padrão de emissão de efluentes, no estado de Santa Catarina, deve obedecer à Resolução CONAMA nº



397 de 03 de abril de 2008 que altera a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, como também a Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009. A Resolução CONAMA nº 357 classifica as águas doces como:

**Classe Especial** – águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

**Classe 1** – águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário (natação, esqui-aquático, etc); irrigação de hortaliças, dentre outros.

**Classe 2** – águas que podem ser destinadas ao abastecimento humano, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas, à aquicultura e pesca, e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);

**Classe 3** – águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional ou avançado, à pesca amadora, à recreação de contato secundário, à dessedentação de animais, dentre outros.

**Classe 4** – águas que podem ser destinadas à navegação e harmonia paisagística.

## 5 METODOLOGIA

A área de estudo deste Trabalho de Conclusão de Curso, consiste em 2 áreas degradadas pela mineração de carvão mineral, denominadas inicialmente de área 2 e área 13A, situadas no município de Criciúma, cuja recuperação ficou sob responsabilidade da União.

As atividades de campo nas áreas em estudo foram executadas em etapas. Inicialmente foram coletadas informações sobre as áreas através de anteriores relatórios de campo e material cartográfico, visando conhecer primeiramente o acesso aos locais e principais dificuldades para atingir alguns pontos específicos. Posteriormente foram coletadas amostras que foram submetidas a análises, bem como colhidas fotografias digitais dos diversos aspectos estudados. Em locais com presença de bocas de minas foi utilizada para a mensuração das dimensões uma trena, para a medida do sentido das galerias e direção e mergulho das fraturas existentes foi utilizada uma bússola de geólogo portátil tipo Brunton, marca Yamano.

Como a área 13A não possui informações cadastradas e o terreno é de propriedade privada, foi feita uma entrevista com o antigo proprietário do terreno com a finalidade de obterem-se dados históricos sobre a referida área (Apêndice C).

Na etapa de identificação das bocas de mina não houve a possibilidade de numerá-las cronologicamente, pois houve casos de locais dados como concluídos, e que no entanto, mais tarde foram detectadas mais aberturas de mina.

Os principais critérios para avaliação das aberturas de minas foram: BM aberta com DAM, BM aberta sem DAM, BM totalmente obstruída, BM parcialmente obstruída, contribuição de água de montante para interior da mina, riscos devido ao caimento de teto, subsidência e solapamentos.

Em locais com presença de drenagem, utilizaram-se equipamentos para a medição da condutividade e pH, sendo estes um condutivímetro da marca Digimed, modelo DM – 3P e um peagâmetro também Digimed, modelo DM – 2P . Para resultados mais precisos realizaram-se coletas de amostras de água dessas drenagens para posterior análise em laboratório, visando à caracterização destas águas e a verificação da presença de alguns metais. A amostra de DAM foi composta por 4 porções de 500 mL, utilizando-se uma garrafa plástica de 2 L. As

coletas foram efetuadas com intervalos de 5 minutos até completar o volume pretendido. Ao final, o conteúdo foi misturado e conduzido ao laboratório para posterior análise.

Para auxiliar a medição da vazão das drenagens foi utilizado um molinete e um micromolinete, ambos da marca Gerley, além da utilização de uma calha sem pescoço.

As pilhas de rejeito, conhecidas regionalmente como “pontas de pedra” localizadas nas áreas em estudo, tiveram suas dimensões estimadas. Na área 2 foram coletadas amostras de rejeito em 7 pontos da pilha ( topo, áreas mais baixas, taludes, etc) com o uso de uma pá. Foram coletados aproximadamente 25 kg de amostras, onde estas foram blendadas, transferidas para uma embalagem plástica adequada e conduzidas para análises em laboratório, seguindo a NBR 10004/2004 da ABNT, para verificação da classificação do resíduo.

Para a verificação da vegetação local foi realizada visita *in loco*, além de pesquisas e comparações de espécies vegetais em bibliografias pertinentes e acompanhamento de biólogo.

Para a avaliação dos impactos ambientais foi realizada uma matriz de aspectos e impactos destas áreas, além de propor medidas de minimização dos impactos, evidenciando a fase de recuperação ambiental. Na construção da matriz foram abordados os seguintes quesitos e identificações:

➤ **Numeração:** aponta o número e quantifica os aspectos ambientais identificados;

➤ **Aspecto ambiental:** elemento, atividades ou produtos que podem interagir com o meio ambiente.

➤ **Impacto ambiental:** a alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade.

➤ **Temporalidade:** indica se o aspecto ambiental é do presente (Pr), passado (Ps) ou futuro (F).

➤ **Orientação:** orienta o sentido do impacto. Se os impactos forem benéficos ao meio ambiente e/ou à saúde humana, a orientação é positiva (+), em contrapartida se seus impactos forem maléficos, a orientação é negativa (-).

Na etapa de avaliação dos impactos ambientais, a matriz foi criada a partir dos seguintes itens de avaliação:

**a) Escala (quantidade):** Proporção da ocorrência de um impacto ambiental.

- **Pontual:** intensidade grau 1 (somente no local de estudo).
- **Local:** intensidade grau 2 (no entorno do local de estudo).
- **Regional:** intensidade grau 3 (na região).

**b) Severidade (importância):** É definida como intensidade do impacto causado ao meio ambiente.

- **Fraca:** intensidade grau 1.
- **Média:** intensidade grau 2.
- **Forte:** intensidade grau 3.

**c) Duração (tempo):** Período de tempo que o impacto pode durar após sua ocorrência

- **Momentânea:** grau 1 (impacto gerado apenas durante a extração do carvão/durante o expediente diário das obras de recuperação ambiental ).
- **Temporária:** grau 2 (impacto existente durante a vigência do empreendimento/ durante as obras de recuperação ambiental).
- **Permanente:** grau 3 (impacto gerado mesmo após o abandono das áreas mineradas/ após o término das obras de recuperação ambiental).

**d) Valor:** O valor é o cálculo da significância do impacto ambiental através da seguinte fórmula e suas ponderações:

$$\text{Significado do impacto} = \text{Escala} + \text{Severidade} + \text{Duração}$$

**e) Classificação:** Classifica os impactos ambientais associados aos aspectos ambientais através do resultado da soma da fórmula citada anteriormente. Estes classificam-se a partir do seguinte critério:

- **Impacto Fraco:** Valor até 3 pontos.
- **Impacto Médio:** Valores de 4 a 6 pontos.
- **Impacto Forte:** Valores de 7 a 9 pontos.

Para a elaboração dos mapas das áreas de estudo foram levantados dados em campo, evidenciando a existência de bocas de mina e pilhas de rejeito e transferidos para o *Software Arcgis*. As coordenadas foram obtidas com uso de um GPS da marca Garmin, modelo GPSmap 60CSx. No software foi utilizado o sistema

de coordenadas UTM (Universal Transverso de Mercator) Zona 22° S e Datum SAD-69 (South American Datum), onde se refere ao fuso em que está inserida a região de estudo e sistema geodésico regional da América do Sul, respectivamente.

## 6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 6.1 Áreas de Estudo

As áreas em estudo deste trabalho englobam minas de encostas e depósitos de rejeitos carbonosos. A área 2 situa-se em área urbana densamente povoada, onde há também disposição inadequada de rejeitos e estéreis carbonosos. A área 13A está localizada em local com mata fechada próxima ao bairro São Simão, sendo que seu principal problema são as diversas bocas de minas abertas, algumas com severa geração de DAM. Somado a este fato, ocorre ainda nesta área uma “ponta de pedra”, que é o nome regional dado aos depósitos de rejeitos dispostos aleatoriamente.

A área 2 integra a sub-bacia do rio Criciúma, que demanda ao rio Sangão, que por sua vez é afluente do rio Mãe Luzia. O rio Mãe Luzia é um importante afluente do rio Araranguá, o mais importante curso d' água da bacia hidrográfica do Araranguá. Já a área 13A faz parte da sub-bacia do rio Ronco D' Água, que integra a bacia hidrográfica do rio Urussanga. Ambas as áreas estudadas possuem altitudes que variam de 30m a 400m e estão inseridas na Floresta Ombrófila Densa Submontana. Em geral, possuem vegetação nativa secundária com alguns remanescentes primários e presença de algumas espécies exóticas.

A área 13A, propriedade do Sr. Jovenil Zilli, localiza-se no Bairro São Simão possui 10 bocas de mina e um poço vertical. A mineração na mina Poeira<sup>2</sup>, assim chamada pelos antigos mineiros locais, teve início no ano de 1940 com produção média de 70 vagonetas/dia, o equivalente a aproximadamente 56 toneladas de carvão. O método de extração do carvão da camada Barro Branco, segundo informações do Sr. Zilli (Apêndice C) era iniciado através de escavação manual, com a utilização de picaretas e picões. Nas porções mais endurecidas da camada de carvão, foram utilizados explosivos, à base de pólvora negra artesanal, menos eficientes que os explosivos utilizados atualmente. A maior parte da separação do carvão era feita fora da mina através de escolhedeiras (mulheres que

---

<sup>2</sup> Chamada de Poeira porque, na época, quando os mineiros locais faziam bailes nas suas casas no entorno da mina levantavam poeira durante a dança.

faziam a escolha e separação do carvão utilizável) e a porção que não era aproveitada era depositada na “ponta de pedra”. Todo o carvão, na época, tinha como destino o Porto de Imbituba (durante a Segunda Guerra Mundial), bem como ao lavador de Capivari de Baixo.

O material das pilhas de rejeito, além de descarte de beneficiamento é constituído também por rejeitos de escavação e desmonte. Através da avaliação visual em ambas as áreas concluiu-se que a área 2 possui a pilha de rejeito constituída predominantemente por rejeito de beneficiamento (lavador); já a área 13A possui uma pilha de rejeito constituída por material de desmonte e escolha, podendo-se verificar a presença de rochas da porção intermediária da camada de carvão Barro Branco (quadração), siltitos, sulfetos, dentre outros.

### 6.1.1 Área 2

A área 2 (**Apêndice A**) possui 2,5 hectares e está situada na zona urbana de Criciúma, no bairro Operária Nova, cujos vértices estão situados nas seguintes coordenadas UTM:

- S- 657805, 6826900
- E - 657792, 6826937
- W - 657753, 6826933
- NW - 657709, 6827056

O acesso ao local pode ser realizado através da Rua Álvaro Catão um pouco antes de chegar à rótula de Rio Maina – Criciúma – Siderópolis , entrando à esquerda até o final da Rua Alberto da Rosa alcançando a área, como mostra a **Figura 9**.

Nesta área houve uma grande ocupação urbana, onde no passado, ocorreram atividades mineiras. Pode-se constatar que as residências e estabelecimentos comerciais, bem como as estradas, foram construídos sobre as pilhas de rejeito e em bocas de minas aterradas. A área apresenta riscos geotécnicos e sociais devido à proximidade entre as edificações e as pilhas de rejeito e as fortes inclinações dos taludes.



**Figura 9:** Trajeto para chegar na área 2. (Fonte: adaptado de GOOGLE EARTH, 2008)

Na porção norte da área, como pode ser observada na **Figura 9**, há um grande avanço da mancha urbana, sendo toda preenchida por residências e ruas onde é esparsa a presença de vegetação nesta região.

Nas coordenadas UTM 657794 E x 6826938 N, na porção centro-sul da área foi observado um extenso depósito de rejeito carbonoso sem evidência atual de autocombustão, porém grande parte deste depósito exhibe subprodutos de severa queima no passado.

Na porção central da pilha de rejeitos a espessura média estimada *in loco* é superior a 10m. Ressalta-se que esta pilha de rejeitos carbonosos teve mais de uma deposição temporal, pois uma porção encontra-se muito alterada pela combustão espontânea evidenciando alterações físico-químicas. A outra porção da pilha com rejeitos de beneficiamento ainda continua potencialmente reativa, podendo sofrer autocombustão, principalmente devido às diferentes ações antrópicas praticadas nesta área, que tem como objetivo principal movimentar parte desta pilha para preparação do terreno para urbanização. Outra evidência da deposição de rejeitos em épocas distintas é o fato de que a porção superior da pilha é composta por rejeitos intactos, enquanto que a porção inferior é composta por rejeitos já queimados.



A **Figura 10** mostra um pedaço de rejeito queimado, devido à reação exotérmica ocorrente nos depósitos de rejeitos carbonosos quando da alteração química dos sulfetos em presença de oxigênio e água. Os sulfetos em presença de oxigênio alteram-se a sulfato e gases sulfurosos liberando calor. O somatório desses pontos quentes no interior do depósito leva à combustão dos rejeitos carbonosos ali contidos, começando aí o ciclo de queima descontrolada dos rejeitos. Os gases sulfurosos liberados, em contato com a umidade atmosférica poderão originar ainda chuvas ácidas, que são altamente nocivas ao meio ambiente e às obras civis.



**Figura 10:** Rejeito carbonoso que sofreu autocombustão. (Fonte: AMARAL, 2009)

A vegetação predominante é nativa secundária com presença principalmente de maricá (*Mimosa bimucronata*) e capim-peba (*Andropogon bicornis* L).

Um grande problema desta área é a intensa pressão urbana sobre as pilhas de rejeito (**Figura 11**). Estas pilhas possuem aproximadamente 100m x 50m, onde o relevo é forte ondulado com declividade variando de 30% > 47% e alguns pontos > 47%. O material piritoso proveniente destas pilhas é carregado para as áreas mais baixas pela ação das águas superficiais para os terrenos já urbanizados próximos (**Figura 12**).



**Figura 11:** Proximidade da pilha de rejeito com a área urbana, na porção sul da área de estudo. (Fonte: CANCELIER, 2009)

Como destacado na **Figura 11**, as pilhas de rejeito não estão devidamente compactadas e revegetadas. Devido à ação de intempéries, estas proporcionaram e ainda proporcionam a ação de processos erosivos como ravinamentos evoluindo para voçorocas. Esta pilha de rejeito através de avaliação *in loco* possui aproximadamente 100m de comprimento, 77m de largura e altura média de 15m, obtendo um volume aproximado de 115.500m<sup>3</sup>.



**Figura 12:** Carreamento por processos erosivos de material piritoso proveniente das pilhas de rejeito. (Fonte: AMARAL, 2009)

Pôde-se observar em campo a proximidade de menos de 3 m entre as pilhas de rejeito e uma residência no local, caracterizando risco sócio-econômico e ambiental. Em dias muito chuvosos uma grande quantidade de água escorre pela vertente do morro e atinge as casas situadas no vale abaixo da rua Alberto da Rosa.

Durante o período chuvoso, aconteciam alagamentos no entorno das residências devido a pouca capacidade de infiltração do solo no local. A água ficava, desta forma, retida na superfície trazendo desconforto à população. Os próprios moradores abriram uma pequena valeta com a finalidade de drenar o terreno.

A **Figura 13** mostra que há contribuição de esgoto doméstico nesta valeta juntamente à água da chuva.



**Figura 13:** A: Provável disposição de esgoto na drenagem.

B: Valeta construída para a passagem da drenagem proveniente da vertente. (Fonte: CANCELIER, 2009)

No local afloram litologias pertencentes à Formação Rio Bonito – Membro Siderópolis. Como pode ser observado na **Figura 14**, nas coordenadas UTM 657843 E x 6826876 N o arenito da referida Formação possui intercalações centimétricas de siltito argiloso e argilito. A porção sul da área encontra-se encoberta por material piritoso, ali ocorrendo também as rochas da Formação Rio Bonito.



**Figura 14:** Arenito com intercalações subordinadas de siltito amarelado e argilito cinza-escuro da Formação Rio Bonito. (Fonte: AMARAL, 2009)

Na **Figura 15** observa-se que no local está ocorrendo deposição de entulhos de construção civil e resíduos urbanos. São observados também locais que sofreram processos de autocombustão.



**Figura 15:** Local onde há a deposição de lixo urbano e de construção civil sobre o rejeito. A seta mostra o resultado do processo de autocombustão ocorrido na pilha. (Fonte: AMARAL, 2009)

No teste de corrosividade do rejeito analisado em laboratório - que indica como corrosivo se uma amostra deste apresentar pH inferior ou igual a 2 ou superior ou igual a 12,5; ou sua mistura com água na proporção de 1:1 de peso produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5 – o rejeito carbonoso apresentou pH igual a 2,76; sendo caracterizado, por sua vez, como resíduo não corrosivo. De acordo com o laudo laboratorial do rejeito (**Anexo III**), segundo o teste de reatividade – que indica que este é reativo se em uma amostra apresentar 500 mg de H<sub>2</sub>S liberável por quilograma de resíduo – o rejeito apresentou 2,0 mg/kg de sulfeto, sendo considerado não reativo. O resultado da análise de lixiviação mostrou que nenhum dos parâmetros excedeu o valor estabelecido pelo anexo F da NBR 10004/2004, podendo este rejeito ser considerado resíduo não perigoso. Nos testes de solubilização, o ferro e o alumínio excederam os valores da Norma, pois apresentaram 1,49 mg/L e 4,88 mg/L, sendo que o limite máximo é de 0,3 mg/L e 0,2 mg/L, respectivamente. De acordo com o anexo G da referida norma o rejeito proveniente da área 2 é considerado resíduo não perigoso não-inerte (Classe II A – não inertes).

Nas coordenadas UTM 657731E x 6827186 N, segundo informações de moradores locais existe duas bocas de mina. Estas aberturas de mina encontra-se nos fundos de uma moradia, na rua Gaspar, pertencente ao bairro Operária Nova. Ainda de acordo com informações dos moradores, as bocas de mina foram fechadas com pedras grandes e em seguida aterradas para a construção de casas. Apenas uma boca de mina serviu como mina propriamente dita. A outra foi abandonada após poucos metros de perfuração, talvez pelo fato do carvão ter ficado mais duro ou a abertura da mina oferecer riscos de acidentes aos mineiros. Não houve nenhuma evidência de saída de água ou surgência desta pelo local, portanto pode-se constatar que elas não oferecem perigo à população vizinha.

A **Figura 16** mostra o local onde se encontram as duas bocas de mina já aterradas e a vegetação no local onde foi aberta a galeria, constituída na sua maioria por vegetação rasteira com presença de espécies exóticas como a Maria-sem-vergonha (*Impatiens walleriana*, Hook.f.), além de mamoneira (*Ricinus communis* L.) e plantas nativas da família Araceae como a Taioba e bananeiras (*Musa* sp.). A **Figura 17** mostra o avanço urbano nesta área.



**Figura 16:** Bocas de mina aterradas em terreno residencial. As setas apontam a direção das antigas aberturas de mina. (Fonte: AMARAL, 2009)



**Figura 17:** Bocas de mina aterradas em terreno residencial. A seta aponta para o local onde estavam dispostas as bocas de mina. (Fonte: AMARAL, 2009)

### 6.1.2 Área 13 A

Esta área (**Apêndice B**) – localizada no Bairro São Simão - possui aproximadamente 0,85 ha de “ponta de pedra” e faz parte da concessão da CBCA. Segundo informações do proprietário da área, no local há 7 Bocas de Mina, embora em trabalhos de campo posteriores foram identificadas 10 Bocas de Mina dispostas em talvegue, e um poço vertical. O acesso ao local é feito no sentido Criciúma - Cocal do Sul, através da SC-446. Na bifurcação com o anel viário de Criciúma, toma-se a esquerda alcançando a Rua Viriato Francisco Miranda até o seu término. Na área rural toma-se estrada de terra à direita até alcançar a área (**Figura 18**).

Nesta região, a topografia apresenta-se fortemente ondulada, com declividade variando de 47% a 100% e em alguns pontos superior a 100%, sendo considerada Área de Preservação Permanente (APP). O terreno é privado, pertencente ao Sr. Jovenil Zilli, antigo mineiro da Mina Poeira.

Até 1934, antes da criação do Código de Mineração, o dono do terreno, além de ser proprietário da superfície, era também do subsolo. Após a vigência do Código, os proprietários dos terrenos que não fizeram o Manifesto de Mina, perderam o direito de continuar minerando. A CBCA, nesta época adquiriu várias concessões. Como o terreno do Sr. Zilli estava na concessão da CBCA, todo o carvão explotado era vendido à empresa. Esta área, no passado, fazia parte da concessão da mina São Simão, pertencente à antiga CBCA.





Figura 18: Acesso à área 13 A. (Fonte: adaptado de GOOGLE EARTH, 2008)

Por ocasião dos trabalhos de campo foi identificado um poço vertical, nas coordenadas UTM 660598 E x 6830357 (**Figura 19**). O referido poço possui dimensões de aproximadamente 13 metros de profundidade e 1,5 metros de diâmetro e era utilizado para a ventilação da mina. O poço permanece sem proteção alguma, oferecendo sérios riscos à segurança e atua como ponto de recarga de água de superfície para o interior da mina.



**Figura 19:** Poço de ventilação da mina Poeira. (Fonte: CANCELIER, 2009)

No local predomina vegetação nativa secundária, com presença de samambaias, trepadeiras como o guaco (*Mikania cordifolia* (L.f.) Willd.) e espécies frutíferas como a bananeira, além de embaúba (*Cecropia* sp.) e alguma espécie exótica (eucaliptos).

A pilha de rejeito nesta área (**Figura 20**), situada nas coordenadas UTM 660748 E x 6830245 N, encontra-se disposta no talvegue do vale à jusante da boca da mina 01 abrangendo uma área de aproximadamente 0,85 ha que possui cerca de 50m de comprimento, 35m de largura e 25m de altura.

A geometria do terreno neste local é muito irregular, praticamente desprovida de cobertura vegetal, fato este que contribui para a aceleração dos processos erosivos resultando sulcos, ravinamentos evoluindo para voçorocas. Constatou-se a existência de DAM oriunda da BM 01 que será abordada posteriormente. Avaliações realizadas neste local verificaram que a DAM proveniente da BM 01 é direcionada para um canal que passa ao lado e em contato com a pilha de rejeito.

No entorno do depósito de rejeito constata-se a presença de vegetação densa, com predominância de mata nativa secundária, como xaxins (*Dicksonia sellowiana* Hook), pixiricas (*Leandra* sp.), pariparobas (*Piper* sp.) e algumas espécies exóticas como pinus e eucaliptos. Como mostra a **Figura 20**, a vegetação

que compõe parte da pilha de rejeito, cujo nome científico é *Andropogon bicornis* L. faz parte da família Poaceae, planta herbácea conhecida popularmente na região catarinense como capim-peba.



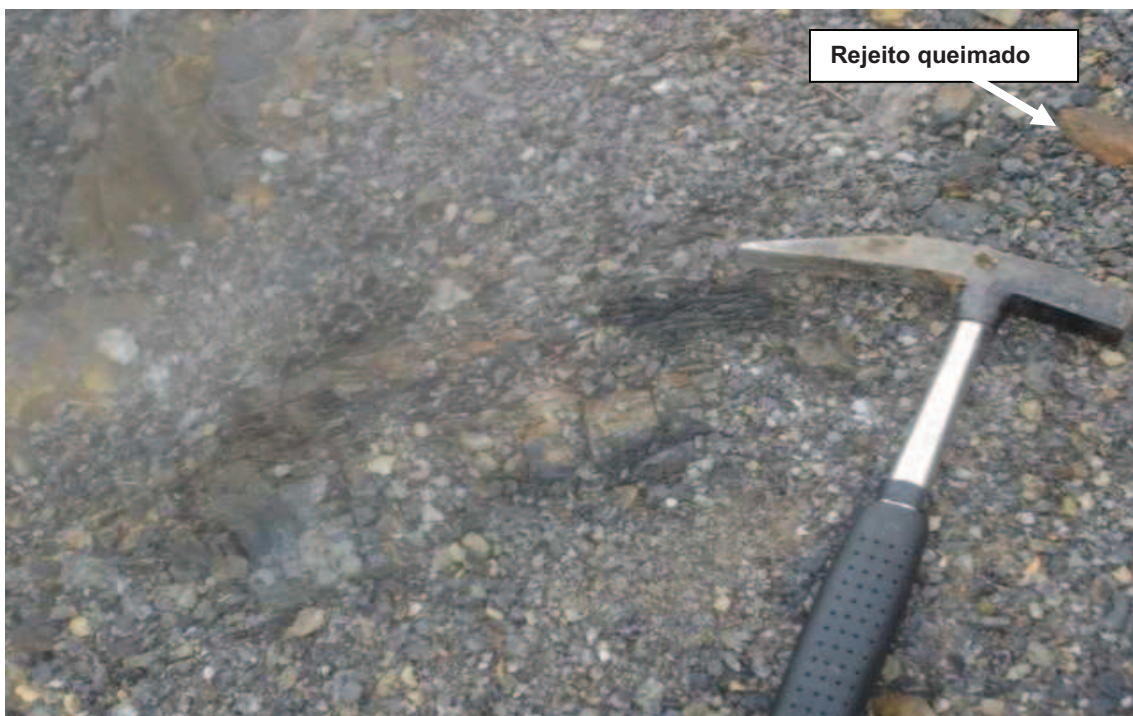
**Figura 20:** Depósito de rejeito carbonoso proveniente das BMs localizadas no perímetro da área 13 A. (Fonte: AMARAL, 2009)

Este rejeito possui pouco enxofre aparente, sendo constituído em grande parte por quadração da camada de carvão Barro Branco. Parte deste rejeito é lixiviado através das chuvas e alcança a drenagem logo abaixo podendo contribuir para o aumento da acidez à jusante, como mostra a **Figura 21**.



**Figura 21:** Drenagem à jusante da BM 01 que passa abaixo do depósito de rejeito. (Fonte: CANCELIER, 2009)

A **Figura 22** mostra uma porção da quadração da camada de carvão Barro Branco que foi removida em algumas das galerias da área 13A durante a extração do carvão.



**Figura 22:** Rejeito de quadração. Nota-se alguns fragmentos de siltitos que constituem a maior porção da quadração. (Fonte: CANCELIER, 2009)

Como pode ser observado no **Apêndice B**, as bocas de minas encontram-se distribuídas por toda a área, sendo que apenas uma delas apresenta grande geração de DAM e encontra-se totalmente aberta. As restantes aparentemente encontram-se secas e estão semi-obstruídas ou obstruídas, porém funcionam perfeitamente como recarga da mina. A seguir serão apresentadas todas as bocas de minas localizadas na área de estudo, apresentando suas situações e características individuais.

### 6.1.2.1 BM 01

Esta boca de mina (**Figura 23**), situada nas coordenadas UTM 660648 E x 6830283 N, foi considerada a mais importante no estudo realizado por ter expressiva geração de DAM contínua e se encontrar totalmente aberta. A referida BM – com sentido de 300° – possui dimensões de 2,85 m x 2 m e vazão aproximada de 50 m<sup>3</sup>/h.



**Figura 23:** BM 01 com detalhe da água do córrego que escorre para a frente da galeria. (Fonte: CANCELIER, 2009)

A medida de vazão foi feita de duas formas: uma delas com a utilização de uma calha sem pescoço instalada no extravasor da BM (**Figura 24**) e a outra medida com o uso de molinete em um canal já construído para a passagem da DAM. Neste canal (**Figura 25**) juntamente com a DAM mistura-se com a água não poluída do córrego. Foi então medida a vazão neste local e posteriormente calculada a vazão apenas do córrego a montante da mina, nas coordenadas UTM 660664 E x 6830303 N, com o uso de um micromolinetete (**Figura 26**). Desta forma foi possível calcular as vazões do córrego a montante da mina e a vazão total da mina + córrego. A subtração das vazões forneceu a vazão da drenagem ácida de mina.

A medida da vazão feita através da calha e, do molinete e micromolinetete, apresentaram resultados semelhantes, podendo concluir, então, que a vazão desta mina em condições normais, sem chuvas, é de aproximadamente 50 m<sup>3</sup>/h. Para se obter com mais segurança a vazão real, deve ser feita monitorização periódica e contínua destas drenagens, o que não foi possível neste TCC devido ao curto espaço de tempo.



**Figura 24:** Calha utilizada para medida de vazão da mina Poeira. (Fonte: CANCELIER, 2009)



**Figura 25:** Medida de vazão da mina Poeira utilizando molinete. (Fonte: AMARAL, 2009)



**Figura 26:** Medida de vazão do córrego a montante da BM 01 utilizando micro molinete. (Fonte: AMARAL, 2009)

A cobertura da mina observada *in loco* apresentou aproximadamente 5m de arenito franco<sup>3</sup> com alguma alteração.

A intensa drenagem da galeria deve-se possivelmente ao fato de a cota da boca estar mais baixa que a cota de diversos pontos do interior da mina, estando a lapa da camada basculada em direção à boca da mina, favorecendo desta forma, a saída desta DAM.

A origem das águas que drenam a Mina Poeira, provavelmente devem-se às águas de infiltração que percolam através de fraturas naturais e/ou provocadas pela mineração, além de poços abertos como o poço de ventilação vertical já citado anteriormente. Além disso, o arenito de cobertura da camada de carvão Barro Branco é conhecido como um aquífero poroso (sedimentar) com alguma expressão, tendo em vista o severo gotejamento em minas de carvão após e durante a lavra. Na superfície imediatamente acima desta galeria, há um córrego com vazão aproximada de 10m<sup>3</sup>/h, medido com o uso de um micromolinete como já foi mencionado, que passa em frente à mina, contaminando-se com a água ácida que sai da galeria.

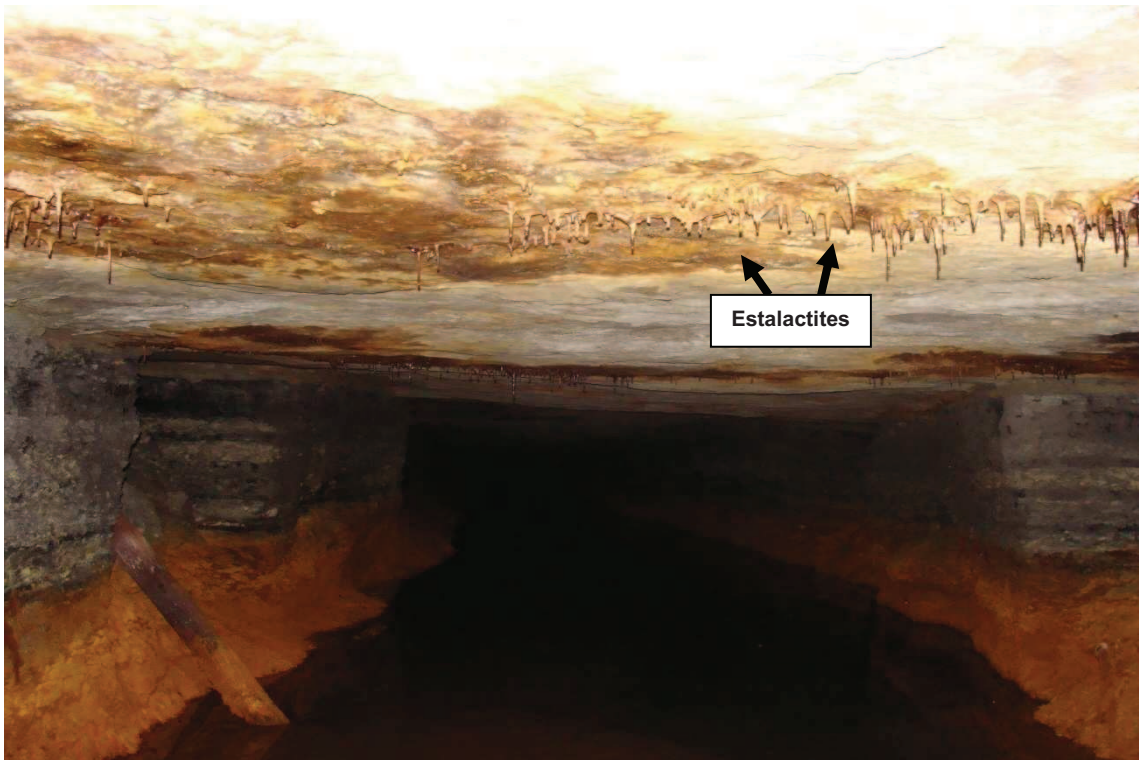
Além disso, segundo informações de antigos mineiros, desde a época em que esta mina estava em operação, era intensa a quantidade de água que drenava da galeria. Durante a extração do carvão, diques de diabásio, chamados antigamente pelos mineiros de pedra-ferro, eram desmontados durante o avanço da lavra, e grandes quantidades de água drenavam para o interior da galeria. De acordo com o que foi citado, pode ser constatado que além dos fatores como fraturas, poços abertos, dentre outros, o fraturamento em diques existentes no interior da mina, no passado, contribuiu e ainda contribui para a intensa saída de DAM da referida mina.

Na **Figura 27** pode ser observada a formação de estalactites ferruginosas devido ao gotejamento de água do arenito de cobertura contendo óxido de ferro.

---

<sup>3</sup> Constituída unicamente de arenito.





**Figura 27:** Estalactites formadas por óxido de ferro. (Fonte: CANCELIER, 2009)

O teto imediato da mina é composto por arenito franco pouco alterado com fraturamento preferencial aberto com direção N40°E. Neste ponto foram contadas 20 fraturas N40°E. Subordinadamente há também um sistema de fraturas EW. A **Tabela 2** mostra o pH, condutividade elétrica e a temperatura da água/DAM obtidas no córrego não contaminado e na galeria, respectivamente. Já a **Figura 28** mostra a etapa de medição da condutividade e temperatura da DAM.

**Tabela 2:** Parâmetros físico-químicos das drenagens da BM 01

PARÂMETROS	CÓRREGO	DAM
pH	5,95	3,8
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a 25°C	228	1390
Temperatura (°C)	16,7	20,2
STD* (ppm)	255	1462

\*Sólidos Totais Dissolvidos

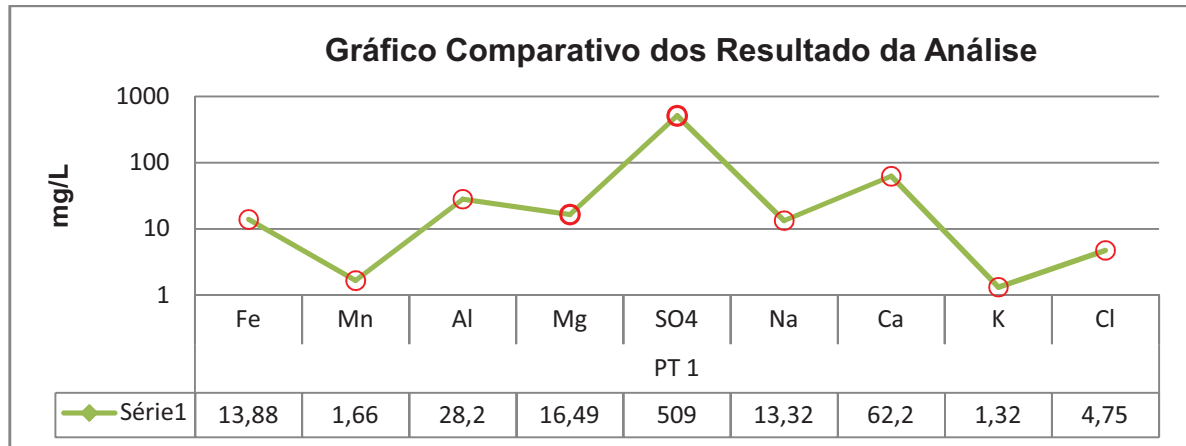
Como apresentado na **Tabela 2**, através de análises *in loco*, a DAM possui pH 3,8 que de acordo com o inciso I do § 4º art. 34, da Resolução CONAMA nº 357/2005, ultrapassa o padrão limite para descarte deste efluente no corpo receptor, ou seja, o pH para descarte deve variar de 5 a 9.



**Figura 28:** Medição da condutividade elétrica e temperatura da DAM. (Fonte: AMARAL, 2009)

De acordo com o laudo laboratorial (**Anexo IV**), a DAM da mina Poeira apresentou pH 3,03. De acordo com a Lei Estadual nº 14675/2009, este parâmetro ultrapassou o limite permitido, ou seja, o pH admitido para o lançamento de efluentes no corpo receptor deve estar entre 6 e 9. O resultado da acidez desta DAM apresentou concentração elevada, juntamente com seu baixo pH, evidenciando contaminação desta drenagem. O ferro dissolvido, segundo o laudo, apresentou concentração de 12,80 mg/L. Segundo a Resolução nº 397/2008 do CONAMA, o limite permitido para lançamento de efluentes contendo ferro dissolvido é de 15 mg/L. Portanto, como o ferro dissolvido apresentou concentração inferior ao limite estabelecido pela referida resolução, está dentro dos padrões. Porém como o valor do Fe se encontra próximo ao limite superior, qualquer redução do pH fará com que a concentração deste metal extrapole o valor máximo permitido pela resolução. Já o manganês desta drenagem ácida apresentou concentração acima do permitido por esta mesma resolução, ou seja, sua concentração teve como resultado 1,62 mg/L, sendo que o limite é 1,0 mg/L.

A **Figura 29** – Gráfico de *Schöeller-Berkaloff* – mostra as relações em escala logarítmica entre os diversos elementos analisados da DAM no **Anexo IV**.



**Figura 29:** Comparativo da concentração de cada elemento analisado na BM 01. (Fonte: CANCELIER, 2009)

### 6.1.2.2 BM 02

Esta boca de mina - situada nas coordenadas UTM 660673 E x 6830281 N a sudoeste da BM 01 – encontra-se totalmente obstruída e sua galeria possui sentido de 310°.

Tanto a BM 02 como a BM 03 estão localizadas em vale e a vegetação predominante neste local é nativa secundária com presença de pixiricas (*Leandra sp.*) e árvores nativas como palmitreiro e Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*).

A cobertura da galeria é constituída por 3,5m de arenito alterado (**Figura 30**).



**Figura 30:** A → Localização da BM 02 evidenciando as rochas da cobertura. B → Detalhe da alteração do arenito de cobertura e obstrução da boca da mina. (Fonte: CANCELIER, 2009)

### 6.1.2.3 BM 03

Nas coordenadas UTM 660673 E x 6830271 N, foi localizada mais uma boca de mina, ao lado da BM citada anteriormente, com as mesmas características. O sentido desta é o mesmo da BM 02, ou seja, 310°. A cobertura do maciço rochoso também é constituída por 3,5m de arenito alterado.

A BM 03 encontra-se obstruída, da mesma forma que a BM 02. Neste ponto predomina mata nativa secundária com presença de xaxins (*Dicksonia sellowiana* Hook), palmiteiros (*Euterpe edulis*), pixiricas (*Leandra sp.*) e samambaias, como a (*Gleichenia flexuosa*). Na **Figura 31** pode ser observada a intensa alteração do arenito de cobertura, além da evidência de solapamentos<sup>4</sup> do teto.

---

<sup>4</sup> Desabamento



**Figura 31:** Detalhe da boca da mina 03 demonstrando a sua obstrução através de desmoronamentos. (Fonte: CANCELIER, 2009)

#### 6.1.2.4 BM 04

Esta Boca de Mina encontra-se próxima à BM 01, nas coordenadas UTM 660698 E x 6830255 N e sua galeria possui sentido de 265°. Como pode ser observado na **Figura 32** esta mina está aberta e apresenta alguns caimentos, além do teto imediato e a camada de carvão estarem alterados. A cobertura da camada de carvão consiste em 2m de arenito laminado alterado. Ainda de acordo com a referida figura, pode-se observar o forro, a quadração e o banco da camada de carvão Barro Branco. A lapa da camada de carvão encontra-se aterrada por caimentos da galeria.



**Figura 32:** BM 04 aberta sendo assoreada por caimentos e solapamentos. Detalhe do forro, quadração e banco da camada de carvão Barro Branco. (Fonte: CANCELIER, 2009)

Como pode ser observada na **Figura 32**, nesta boca de mina houve um avanço de apenas alguns metros e por causas desconhecidas esta escavação foi interrompida, possivelmente pelo fato da camada de carvão neste ponto, na época, estar muito dura, dificultando o avanço com picareta e furos com trado manual para detonação com uso explosivos.

As dimensões verificadas foram 2,00m x 1,70m embora tenha sido observado caimento das laterais da galeria, prejudicando a avaliação de suas dimensões exatas.

O local onde está presente esta BM está totalmente tomado por vegetação espontânea secundária, tornando mais difícil o acesso ao local. Sendo dessa forma, um local de risco, pois a vegetação rasteira esconde rachaduras e diferenças de nível do terreno podendo provocar acidentes através da queda de pessoas e animais.

A vegetação predominante neste ponto é constituída por pequenos e médios arbustos de *Leandra sp.*, conhecida popularmente como pixirica, além de presença de samambaias-do-mato (*Gleichenia flexuosa*) e outras espécies, além de xaxins (*Dicksonia sellowiana* Hook).

Outro problema ambiental deste ponto é que esta BM pode vir a acumular águas superficiais e de chuva em seu interior, proporcionando a geração de drenagem ácida, pois atua como área de recarga de águas para dentro da mina.

#### 6.1.2.5 BM 05

A boca de mina 05 (**Figura 33**) está localizada nas coordenadas UTM 660730 E x 6830277 N, com sentido de 35°. Esta boca de mina encontra-se obstruída por desmoronamento. A alteração das rochas da cobertura evidencia uma forte tendência a sofrer solapamentos. Aparentemente esta BM possui dimensões aproximadas de 2m x 1,70m, padrão nas galerias auxiliares desta mina.

A vegetação predominante neste ponto são espécies nativas secundárias como os xaxins (*Dicksonia sellowiana* Hook), plantas pteridófitas como samambaias-do-mato (*Gleichenia flexuosa*), dentre outras e *Leandra sp.*, conhecida popularmente como pixirica.



**Figura 33:** BM 05 localizada na área 13 A. Observa-se a obstrução da boca da mina devido a deslizamentos. (Fonte: CANCELIER, 2009)

### 6.1.2.6 BM 06

Nas coordenadas UTM 660765 E x 6830293 N localiza-se a BM 06 (**Figura 34**) com sentido 350°, encontrando-se parcialmente obstruída e apresentando cobertura aparente de arenito franco alterado, ferruginoso com aproximadamente 2,5m de espessura. Esta BM atua como área de recarga para o interior da mina.

Ocorre neste ponto, mata nativa secundária com predominância de pixiricas (*Leandra sp.*), pariparobas (*Piper sp.*), xaxins (*Dicksonia sellowiana* Hook), samambaias do mato (*Gleichenia flexuosa*) e algumas árvores como a embaúba (*Cecropia sp.*).



**Figura 34:** BM 06 parcialmente obstruída e com cobertura rochosa aparente. (AMARAL, 2009)



### 6.1.2.7 BM 07

A leste da BM 06 encontra-se a BM 07 – sentido 75° - nas coordenadas UTM 660815 E x 6830293 N. Esta BM se apresenta obstruída em quase sua totalidade e não mostra afluência de água, embora esteja localizada em local propício à entrada de águas pluviais.

O ponto onde ocorre esta boca é destituído de cobertura vegetal, mas em contrapartida nos arredores predomina mata nativa secundária com presença de pixirica (*Leandra sp.*), pariparoba (*Piper sp.*) xaxim (*Dicksonia sellowiana* Hook), samambaia-do-mato (*Gleichenia flexuosa*) e algumas árvores como a embaúba (*Cecropia sp.*).

A **Figura 35** mostra a boca da mina quase totalmente obstruída por deslizamentos de terra e solapamentos de rochas.



**Figura 35:** BM 07 quase totalmente obstruída, atuando como área de recarga para o interior da mina. (CANCELIER, 2009)

### 6.1.2.8 BM 08

A BM 08 localiza-se a norte da BM 07, nas coordenadas 660808 E x 6830302 N e o sentido de sua galeria é de 20°. A boca da mina encontra-se obstruída por desmoronamentos. Pode ser observado o avanço da vegetação no seu entorno, diferentemente da situação da boca de mina 07. Em relação à vegetação neste ponto, como observado na **Figura 36**, há um intenso acúmulo de serrapilheira além da presença de mata nativa formada por arbustos (pixiricas), cipós (Guaco) e samambaias e xaxins (*Dicksonia sellowiana* Hook).



**Figura 36:** BM 08 obstruída, mas exibindo forte evidência de sua existência em meio à vegetação. (AMARAL, 2009)

### 6.1.2.9 BM 09

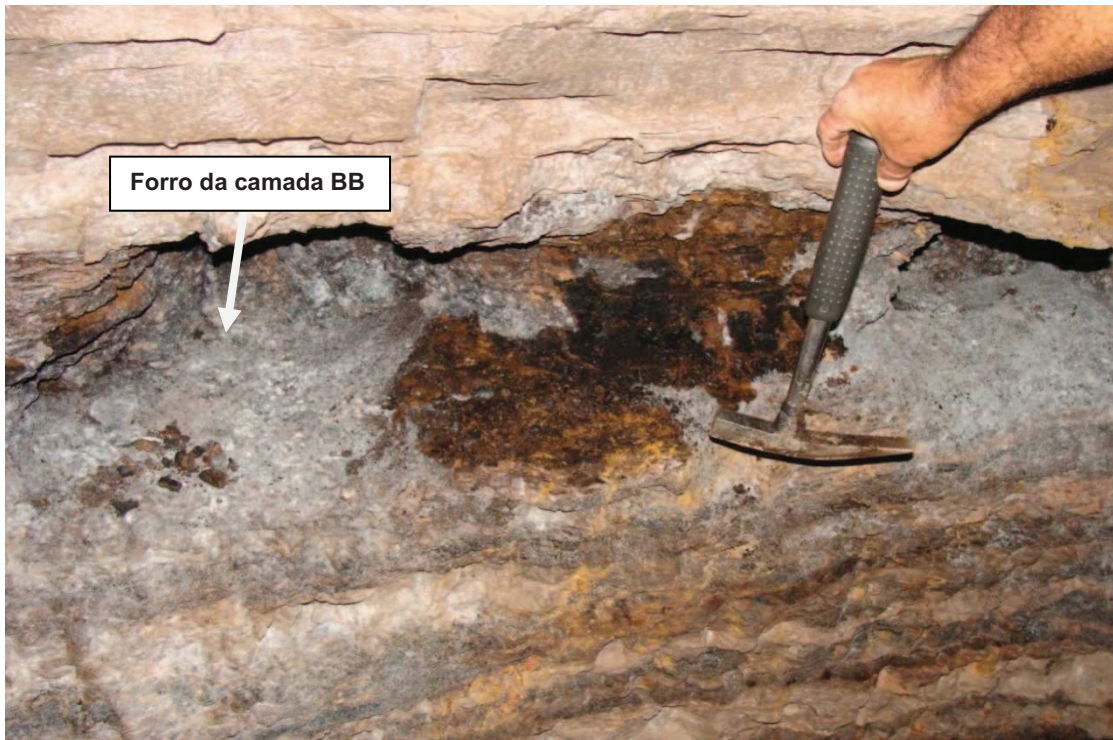
A penúltima BM encontrada na área 13 A, chamada de BM 09, localiza-se nas coordenadas UTM 660843 E x 6830273 N – sentido 20° – distante da BM 07, à oeste, aproximadamente 27m. Esta boca de mina como pode ser observado na

**Figura 37**, encontra-se aberta com caimentos da cobertura constituída por arenitos alterados, no interior da galeria. A mina, neste local, permanece seca, embora estando aberta possa vir a acumular águas da chuva no seu interior. Como pode ser observado também na **Figura 37** a mina apresenta formato de “igreja” devido a solapamentos e possui dimensões de 2m x 1,80m.



**Figura 37:** Vista interna da galeria, evidenciando a quadração da camada de carvão Barro Branco e o teto imediato constituído por arenito alterado. (CANCELIER, 2009)

A **Figura 38** mostra a camada de carvão Barro Branco bastante alterada (carvão “podre”), o que significa que a mina está mais suscetível a colapsos.



**Figura 38:** Forro alterado da camada de carvão Barro Branco. (Fonte: CANCELIER, 2009)

A vegetação neste ponto é composta por mata nativa secundária com predominância de arbustos de médio porte como pixiricas (*Leandra sp.*), pariparobas (*Piper sp.*), vassouras (*Baccharis uncinella*) e alguns xaxins (*Dicksonia sellowiana* Hook) e samambaias do mato (*Gleichenia flexuosa*).

#### 6.1.2.10 BM 100

A BM 100 está localizada nas coordenadas UTM 660697 E x 6830241 N, no sentido 225°, praticamente no mesmo alinhamento da BM 04. Da mesma forma que a BM 04, esta BM também possui sinais de caimento e seu interior está parcialmente obstruído, não sendo possível a identificação do forro, quadração e banco da camada de carvão Barro Branco. Como pode ser observado na **Figura 39**, a BM devido aos caimentos já está em forma de “igreja”, evidenciando a sua alteração e instabilidade. A cobertura da galeria é composta por arenito alterado laminado.



**Figura 39:** BM 100 com evidências de assoreamento da galeria e caimentos. (Fonte: CANCELIER, 2009)

As suas dimensões seguem a mesma linha da Boca de Mina 04 (2,00m x 1,70m), embora não se possa constatar as suas reais dimensões.

Os problemas ambientais da BM 100 são idênticos ao da BM 04, por se encontrar em meio à vegetação, podendo provocar acidentes devido à queda de pessoas e animais, subsidência do terreno e ser ponto de fuga para águas pluviais (geração de DAM).

A vegetação neste ponto é nativa secundária, com predominância do gênero *Helicônia* e presença de pixiricas (*Leandra sp.*), *Piper sp.* (pariparoba) e samambaias de pequeno e médio porte, além de *Hieronyma alchorneoides* (licurana) – árvore de médio porte e alguns cipós da família Asteraceae, como *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd., ou popularmente conhecido como Guaco.

### 6.1.3 Avaliação dos impactos ambientais

A avaliação dos impactos ambientais é de fundamental importância para se propor técnicas para a mitigação dos impactos levantados em uma área. No caso

deste trabalho, foram avaliados os principais aspectos de áreas mineradas no passado e que possui conseqüências ambientais e sociais até hoje. Muitos dos problemas relacionados a estes locais, só podem ser evidenciados a partir de estudos sobre como eram as técnicas de mineração, seus principais problemas e conflitos, sendo estes diferentes de local para local. A seguir será apresentada na **Tabela 3** e **Tabela 4** a matriz de aspectos e impactos ambientais, bem como a avaliação dos impactos ambientais levantados nas áreas 2 e 13A, respectivamente, além da matriz de aspectos e impactos ambientais da futura etapa de recuperação ambiental de ambas as áreas.

**Tabela 3:** Matriz de aspectos e impactos ambientais da área 2.

Área 2		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 01 / 05					
Identificação de Aspectos e Impactos							Avaliação					
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
1	LEVANTAMENTO DOS DADOS	Pilha de Rejeito	660748 E X 6830245 N	Combustão espontânea	Contaminação do solo/ar	Pr/Ps	-	2	3	3	8	ALTO
2				Combustão espontânea	Incômodo à população	Pr/Ps	-	2	2	3	7	ALTO
3				Lixiviação	Incômodo à população	Pr/Ps	-	2	2	3	3	7
				Lixiviação	Contaminação do solo/hídrica	Pr/Ps	-	3	3	3	9	ALTO
				Disposição inadequada	Supressão da flora	Pr/Ps	-	1	2	3	6	MÉDIO
				Disposição inadequada	Afugentamento da fauna	Pr/Ps	-	2	2	3	7	ALTO

Área 2		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 02 / 05					
Identificação de Aspectos e Impactos												
Avaliação												
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
3	LEVANTAMENTO DOS DADOS	Pilha de Rejeito	660748 E X 6830245 N	Disposição inadequada	Impacto visual	Pr/Ps	-	1	2	3	6	MÉDIO
				Disposição inadequada	Desvalorização da propriedade	Pr/Ps	-	1	3	3	7	ALTO
4				Disposição de resíduo de construção civil e urbana	Impacto visual	Pr	-	1	2	3	7	ALTO
5				Sem proteção	Acesso de pessoas e animais	Pr	-	1	2	3	6	MÉDIO
6				Acesso de pessoas e animais	Risco de acidentes	Pr	-	1	2	3	6	MÉDIO
7				Processos erosivos	Inversão litológica	Ps/Pr	-	2	3	3	8	ALTO



Área 2		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 03 / 05					
Identificação de Aspectos e Impactos							Avaliação					
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
8				Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	<b>FORTE</b>
				Entrada de máquinas máquinas	Poliuição sonora	Pr	-	2	1	1	4	<b>MÉDIO</b>
9				Entrada de máquinas máquinas	Transtornos à população	Pr	-	2	1	1	4	<b>MÉDIO</b>
				Entrada de máquinas máquinas	Emissão de gases dos veículos	Pr	-	2	1	1	4	<b>MÉDIO</b>
10	Pilha de Rejeito	657794 E X 6826938 N		Emissão de gases e MP	Poliuição atmosférica	Pr	-	3	2	2	7	<b>FORTE</b>
				Remoção do rejeito	Geração de MP	Pr	-	2	2	1	5	<b>MÉDIO</b>
11				Remoção do rejeito	Remoção da vegetação das pilhas de rejeito	Pr	-	1	1	3	5	<b>MÉDIO</b>
				Remoção do rejeito	Riscos de acidentes às residências próximas à pilha	Pr	-	1	2	2	5	<b>MÉDIO</b>

Área 2		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 04 / 05						
Identificação de Aspectos e Impactos											Avaliação			
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO		
11				Remoção do rejeito	Minimização de acidentes	Pr	+	2	3	3	8	FORTE		
12				Utilização de argila	Reconformação do talude	Pr	+	1	3	1	5	MÉDIO		
13				Utilização de argila	Diminuição dos recursos naturais	Pr	-	3	2	3	8	FORTE		
14		Pilha de Rejeito	657794 E X 6826938 N	Compactação	Diminuição da ação erosivos	Pr	+	1	3	3	7	FORTE		
15				Cobrimento do talude com solo orgânico	Facilidade para estabelecimento da vegetação	Pr	+	1	3	3	7	FORTE		
				Revegetação	Diminuição da ação erosivos	Pr	+	1	3	3	7	FORTE		
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL														

Área 2		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 05/ 05					
Identificação de Aspectos e Impactos												
Avaliação												
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
15	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	Pilha de Rejeito	657794 E X 6826938 N	Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr	+	2	3	3	8	FORTE
				Revegetação	Melhoria da qualidade de vida da população	Pr	+	2	3	3	8	FORTE
				Revegetação	Estabilização do talude	Pr	+	1	3	3	7	FORTE
				Revegetação	Redução de deslizamentos	Pr	+	1	3	3	7	FORTE
				Revegetação	Melhoria estética da área	Pr	+	2	3	3	8	FORTE

**Tabela 4:** Matriz de aspectos e impactos ambientais da área 13A.

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 01 / 31					
Identificação de Aspectos e Impactos		Identificação de Aspectos e Impactos					Avaliação					
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
1	LEVANTAMENTO DOS DADOS	Poço de ventilação	660598 E X 6830357 N	Aberto/sem proteção	Risco de acidentes	Pr/Ps/ F	-	1	3	3	7	ALTO
				Aberto/sem proteção	Poluição visual	Pr	-	1	1	3	5	MÉDIO
				Aberto/sem proteção	Recarga de água para dentro da mina	Pr	-	2	3	3	8	ALTO
2				Recarga de água para dentro da mina	Geração de DAM	Pr/F	-	2	3	8	ALTO	
				Geração de DAM	Contaminação hídrica/solo	Pr/Ps/ F	-	3	3	9	ALTO	

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 02 / 31					
Identificação de Aspectos e Impactos							Avaliação					
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
4				Combustão espontânea	Contaminação do solo/ar	Pr/Ps	-	2	3	3	8	ALTO
5				Lixiviação	Contaminação do solo/hídrica	Pr/Ps	-	3	3	3	9	ALTO
6	Pilha de Rejeito		660748 E X 6830245 N	Disposição inadequada	Supressão da flora	Pr/Ps	-	1	2	3	6	MÉDIO
				Disposição inadequada	Afugentamento da fauna	Pr/Ps	-	2	2	3	7	ALTO
				Disposição inadequada	Impacto visual	Pr/Ps	-	1	2	3	6	MÉDIO
				Disposição inadequada	Desvalorização da propriedade	Pr/Ps	-	1	3	3	7	ALTO

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS							Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 03 / 31			
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	Identificação de Aspectos e Impactos							Avaliação			
		IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
6	Pilha de Rejeito		660748 E X 6830245 N	Disposição inadequada	Alteração topográfica	Pr/Ps	-	1	3	3	7	ALTO
7				Geração de poeira	Poliuição atmosférica	Pr/Ps	-	2	2	3	7	ALTO
8				Processos erosivos	Contaminação hídrica	Pr/F	-	2	3	3	8	ALTO
9	BM 01		660648 E X 6830283 N	Aberta	Risco de acidentes	Pr/Ps/ F	-	1	2	3	6	MÉDIO
				Aberta	Geração de DAM	Pr/Ps/ F	-	3	3	3	9	ALTO
				Aberta	Alimentadora de aquífero	Pr/Ps/ F	-	1	2	3	6	MÉDIO

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 04 / 31						
Identificação de Aspectos e Impactos								Avaliação						
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO		
9	LEVANTAMENTO DOS DADOS	BM 01	660648 E X 6830283 N	Aberta	Impacto visual	Pr/Ps/ F	-	3	3	3	9	ALTO		
10				Geração de DAM	Contaminação dos recursos hídricos	Pr/Ps/ F	-	3	3	3	3	3	9	ALTO
				Geração de DAM	Contaminação do solo	Pr/F	-	2	3	3	3	3	8	ALTO
11				Entrada de água pelas fraturas	Geração de DAM	Pr/Ps/ F	-	2	3	3	3	3	8	ALTO
				Subsidência	Risco de acidentes	Pr/F	-	2	2	3	3	2	7	ALTO
12				Subsidência	Impacto visual	Pr/F	-	1	2	3	3	2	6	MÉDIO
				Subsidência	Afugentamento da fauna	Pr/F	-	2	2	3	3	2	7	ALTO

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS							Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 05 / 31						
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	Identificação de Aspectos e Impactos				Avaliação			
								ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO			
13	LEVANTAMENTO DOS DADOS	BM 02	660673 E X 6830281 N	Instabilidade	Riscos de acidentes	Pr/F	-	2	2	3	7	ALTO			
				Instabilidade	Comprometimento do aquífero	Pr/F	-	3	3	9	ALTO				
14				Obstrução da Galeria	Risco de acidentes devido a rompimento do material desmoronado	Pr/F	-	1	2	3	6	MÉDIO			
				Obstrução da Galeria	Dificuldade de localização de saída de DAM	Pr/Ps/ F	-	3	3	9	ALTO				
				Obstrução da Galeria	Dificuldade de localização de entrada de água	Pr/F	-	1	2	3	6	MÉDIO			
15				Desmoronamento	Impacto visual	Pr/F	-	2	2	3	7	ALTO			



Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 06 / 31				
ETAPA		Identificação de Aspectos e Impactos						Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	
16			Instabilidade	Riscos de acidentes	Pr/F	-	2	2	3	7	ALTO	
			Instabilidade	Comprometimento do aquífero	Pr/F	-	3	3	3	3	9	ALTO
17	BM 03	660673 E X 6830271 N	Obstrução da Galeria	Risco de acidentes devido a rompimento do material desmoronado	Pr/F	-	1	2	3	6	MÉDIO	
			Obstrução da Galeria	Dificuldade de localização de saída de DAM	Pr/Ps/F	-	3	3	3	3	9	ALTO
			Obstrução da Galeria	Dificuldade de localização de entrada de água	Pr/F	-	1	2	3	3	6	MÉDIO
18			Desmoronamento	Impacto visual	Pr/F	-	2	2	3	7	ALTO	

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 07 / 31				
		Identificação de Aspectos e Impactos						Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
19	LEVANTAMENTO DOS DADOS	BM 04	660698 E X 6830255 N	Vulnerável à entrada de água	Geração de DAM	Pr/Ps	-	3	3	3	9	ALTO
20				Acesso de pessoas e animais	Risco de acidentes	Pr	-	1	2	3	6	MÉDIO
21				Caimento	Risco de acidentes	Pr	-	1	2	3	6	MÉDIO
22				Geração de DAM	Contaminação do aquífero com água contaminada	Pr	-	2	3	3	8	ALTO
23				Aberta/sem proteção	Risco de acidentes	Pr/Ps	-	1	2	3	6	MÉDIO
				Aberta/sem proteção	Entrada de animais/pessoas	Pr/Ps	-	1	1	3	5	MÉDIO

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 08 / 31									
Identificação de Aspectos e Impactos												Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO				
24	LEVANTAMENTO DOS DADOS	BM 05	660730 E X 6830277 N	Obstrução da Galeria	Risco de acidentes devido a rompimento do material desmoronado	Pr/F	-	1	2	3	6	MÉDIO				
				Obstrução da Galeria	Dificuldade de constatação de saída de DAM	Pr/F	-	2	2	3	7	ALTO				
				Obstrução da Galeria	Dificuldade de constatação de entrada de água	Pr/F	-	2	2	3	7	ALTO				
25				Desmoronamento	Impacto visual	P/F	-	1	1	3	5	MÉDIO				
26				Instabilidade	Riscos de acidentes	P/F	-	1	2	3	6	MÉDIO				

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 09 / 31						
Identificação de Aspectos e Impactos											Avaliação			
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO		
27	LEVANTAMENTO DOS DADOS	BM 06	660765 E X 6830273 N	Vulnerável à entrada de água	Geração de DAM	Pr/Ps/F	-	3	3	3	9	ALTO		
28				Acesso de pessoas e animais	Risco de acidentes	Pr/Ps/F	-	1	3	3	7	ALTO		
29				Caimento	Risco de acidentes	Pr/F	-	1	3	3	7	ALTO		
30				Geração de DAM	Contaminação do aquífero com água contaminada	Pr/Ps/F	-	3	3	3	9	ALTO		

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS							Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 10 / 31			
ETAPA		Identificação de Aspectos e Impactos							Avaliação			
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	
31	BM 07	660815 E X 6830302 N	Vulnerável à entrada de água	Geração de DAM	P/F	-	3	3	3	9	ALTO	
32			Acesso de pessoas e animais	Risco de acidentes	P/F	-	1	3	3	7	ALTO	
33			Caimento	Risco de acidentes	P/F	-	1	3	3	7	ALTO	
34			Geração de DAM	Contaminação do aquífero com água contaminada	P/Ps/F	-	3	3	3	3	9	ALTO
35	BM 08	660808 E X 6830302N	Obstrução da Galeria	Risco de acidentes devido a rompimento do material desmoronado	P/F	-	1	2	3	6	MÉDIO	
			Obstrução da Galeria	Dificuldade de localização de saída de DAM	P/F	-	2	2	3	7	FORTE	
			Obstrução da Galeria	Dificuldade de localização de entrada de água	P/F	-	2	2	3	7	FORTE	

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 11 / 31				
ETAPA		Identificação de Aspectos e Impactos					Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
36	BM 08	660808 E X 6830302 N	Desmoroamento	Impacto visual	P/F	-	1	1	3	5	MÉDIO
37			Instabilidade	Riscos de acidentes	P/F	-	2	2	3	7	FORTE
38	BM 09	660843 E X 6830273 N	Aberta/sem proteção	Risco de acidentes	P/F	-	1	2	3	6	MÉDIO
			Aberta/sem proteção	Entrada de animais/pessoas	P/F	-	1	1	3	5	MÉDIO
39	BM 09	660843 E X 6830273 N	Alimentadora de aquífero	Alteração das características do aquífero	P/F	-	3	3	3	9	FORTE
			Acesso de pessoas e animais	Risco de acidentes	P/F	-	1	2	3	6	MÉDIO
41			Vulnerável à entrada de água	Geração de DAM	P/Ps/F	-	3	3	3	9	FORTE
LEVANTAMENTO DOS DADOS											

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS							Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 12 / 31			
Identificação de Aspectos e Impactos										Avaliação		
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
41	LEVANTAMENTO DOS DADOS											
42				Vulnerável à entrada de água	Geração de DAM	Pr/Ps	-	3	3	3	9	ALTO
43				Acesso de pessoas e animais	Risco de acidentes	Pr	-	1	2	3	6	MÉDIO
44			660697 E X 6830241 N	Caimento	Risco de acidentes	Pr	-	1	2	3	6	MÉDIO
45		BM 100		Geração de DAM	Contaminação do aquífero com água contaminada	Pr	-	2	3	3	8	ALTO
				Aberta/sem proteção	Risco de acidentes	Pr/Ps	-	1	2	3	6	MÉDIO
				Aberta/sem proteção	Entrada de animais/pessoas	Pr/Ps	-	1	1	3	5	MÉDIO

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 13 / 31			
ETAPA		Identificação de Aspectos e Impactos						Avaliação			
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
46	Poço de ventilação	660598 E X 6830357 N	Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	<b>FORTE</b>
47			Fechamento do poço	Segurança	Pr	+	1	2	3	6	<b>MÉDIO</b>
48			Reposição da vegetação	Reestabelecimento da flora	Pr	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>
	Reposição de vegetação	Reestabelecimento da fauna	Pr	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>		
<b>RECUPERAÇÃO AMBIENTAL</b>											



Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 14 / 31								
Identificação de Aspectos e Impactos												Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO				
49	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL											MÉDIO				
		Pilha de Rejeito	660748 E X 6830245 N	Ampliação da estrada de acesso para entrada de máquinas	Afugentamento da flora	Pr	-	2	1	2	4	MÉDIO				
				Ampliação da estrada de acesso para entrada de máquinas	Poluição sonora	Pr	-	2	1	1	4	MÉDIO				
				Ampliação da estrada de acesso para entrada de máquinas	Supressão parcial da vegetação	Pr	-	1	1	2	4	MÉDIO				
				Emissão de gases e material particulado dos veículos	Poluição atmosférica	Pr	-	2	2	1	5	MÉDIO				
				Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	MÉDIO				
				Remoção do rejeito	Melhoria paisagística da área	Pr	+	1	3	3	7	FORTE				
				Utilização de argila	Reconformação topográfica	Pr	+	1	3	1	5	MÉDIO				

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 15 / 31				
		Identificação de Aspectos e Impactos						Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
53				Utilização de argila	Diminuição dos recursos naturais	Pr	-	3	2	3	8	FORTE
54				Compactação	Diminuição da ação dos processos erosivos	Pr	+	1	3	3	7	FORTE
55			660748 E X 6830245 N	Cobrimento da área com solo orgânico	Facilidade para estabelecimento da vegetação	Pr	+	1	3	3	7	FORTE
56				Revegetação	Diminuição da ação dos processos erosivos	Pr	+	1	3	3	7	FORTE
				Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr	+	2	3	3	8	FORTE
				Revegetação	Melhoria paisagística da área	Pr	+	2	3	3	8	FORTE



Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 17 / 31					
		Identificação de Aspectos e Impactos						Avaliação					
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	
6	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	BM 01	660648 E X 6830283 N	Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água na mina	Pr	+	1	3	3	7	FORTE	
				Fechamento da BM	Melhoria estética do local	Pr	+	2	2	3	7	FORTE	
0				Condução da DAM para tratamento	Melhoria físico-química da drenagem	Pr	+	3	3	3	9	FORTE	
				Condução da DAM para tratamento	Redução da contaminação dos recursos hídricos	Pr	+	3	3	3	3	9	FORTE
				Condução da DAM para tratamento	Melhoria da qualidade dos recursos hídricos	Pr	+	3	3	3	3	9	FORTE
				Condução da DAM para tratamento	Melhoria da qualidade de vida da população	Pr	+	2	3	3	3	8	FORTE

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 18 / 31								
Identificação de Aspectos e Impactos												Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO				
60				Condução da DAM para tratamento	Reestabelecimento dos organismos aquáticos	F	+	3	3	3	9	FORTE				
61				Conformação topográfica da área	Melhoria paisagística do local	Pr	+	2	2	3	7	FORTE				
62		BM 01	660648 E X 6830283 N	Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	3	8	FORTE				
				Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	FORTE				
				Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	3	8	FORTE				
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL																

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 19 / 31						
Identificação de Aspectos e Impactos													
Avaliação													
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	
63				Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	MÉDIO	
64				Remoção do solo para abertura da BM	Riscos de acidentes	Pr	-	1	1	1	3	FRACO	
				Remoção do solo para abertura da BM	Afugentamento da fauna	Pr	-	1	1	1	1	2	4
65		BM 02	660648 E X 6830283 N	Remoção do solo para abertura da BM	Facilidade para verificação da percolação de drenagem	Pr	+	1	3	1	5	MÉDIO	
				Fechamento da BM	Minimização de acidentes	Pr	+	1	2	3	3	6	MÉDIO
				Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água dentro da mina	Pr	+	2	3	3	3	8	8
				Fechamento da BM	Melhoria estética do local	Pr	+	2	3	3	8	FORTE	
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL													

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 20 / 31					
Identificação de Aspectos e Impactos												
Avaliação												
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
66		BM 02	660648 E X 6830283 N	Conformação topográfica da área	Melhoria estética do local	Pr	+	2	2	3	7	FORTE
				Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	3	8	FORTE
67				Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	FORTE
				Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	3	8	FORTE
68				Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	MÉDIO
69		BM 03	660673 E X 6830271 N	Remoção do solo para abertura da BM	Riscos de acidentes	Pr	-	1	1	1	3	FRACO
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL												

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 21 / 31				
ETAPA		Identificação de Aspectos e Impactos					Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
69	BM 03	660673 E X 6830271 N	Remoção do solo para abertura da BM	Afugentamento da fauna	Pr	-	1	1	2	4	MÉDIO
			Remoção do solo para abertura da BM	Facilidade para verificação da percolação de drenagem	Pr	+	1	3	1	5	MÉDIO
70	BM 03	660673 E X 6830271 N	Fechamento da BM	Minimização de acidentes	Pr	+	1	2	3	6	MÉDIO
			Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água dentro da mina	Pr	+	2	3	3	8	FORTE
71	BM 03	660673 E X 6830271 N	Fechamento da BM	Melhoria estética do local	Pr	+	2	3	3	8	FORTE
			Conformação topográfica da área	Melhoria estética do local	Pr	+	2	2	3	7	FORTE



Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS							Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 22 /31			
Identificação de Aspectos e Impactos										Avaliação		
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
71	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL											
72	BM 03	660673 E X 6830271 N	Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	3	8	8	FORTE
				Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	8	FORTE
73	BM 04	660698 E X 6830255 N	Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	3	8	8	FORTE
			Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	6	MÉDIO
74			Remoção do solo para abertura da BM	Riscos de acidentes	Pr	-	1	1	1	3	3	FRACO

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS							Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 23 / 31					
Identificação de Aspectos e Impactos											Avaliação			
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO		
75		BM 04	660698 E X 6830255 N	Conformação topográfica da área	Melhoria paisagística do local	Pr	+	2	2	3	7	FORTE		
				Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	8	FORTE			
76		BM 05	660730 E X 6830277 N	Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	FORTE		
				Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	8	FORTE			
77		BM 05	660730 E X 6830277 N	Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	MÉDIO		
				Remoção do solo para abertura da BM	Supressão parcial da vegetação	Pr	-	1	1	3	5	MÉDIO		
78		BM 05	660730 E X 6830277 N	Remoção do solo para abertura da BM	Riscos de acidentes	Pr	-	1	1	1	3	FRACO		

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 24 / 31					
Identificação de Aspectos e Impactos							Avaliação					
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
79	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	BM 05	660730 E X 6830277 N	Fechamento da BM	Minimização de acidentes	Pr	+	1	2	3	6	MÉDIO
				Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água dentro da mina	Pr	+	2	3	8	FORTE	
				Fechamento da BM	Melhoria estética do local	Pr	+	2	3	8	FORTE	
80				Conformação topográfica da área	Melhoria estética do local	Pr	+	2	2	3	7	FORTE
				Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	8	FORTE	
81				Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	FORTE
				Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	3	8	FORTE

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 25 / 31				
ETAPA		Identificação de Aspectos e Impactos					Avaliação				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
81	BM 06	660765 E X 6830293 N	Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	MÉDIO
82			Remoção do solo para abertura da BM	Supressão parcial da vegetação	Pr	-	1	1	3	5	MÉDIO
83			Remoção do solo para abertura da BM	Riscos de acidentes	Pr	-	1	1	1	3	FRACO
			Fechamento da BM	Minimização de acidentes	Pr	+	1	2	3	6	MÉDIO
			Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água dentro da mina	Pr	+	2	3	3	8	FORTE
84			Fechamento da BM	Melhoria estética do local	Pr	+	2	3	3	8	FORTE
			Conformação topográfica da área	Melhoria estética do local	Pr	+	2	2	3	3	7

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 26 / 31				
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	Identificação de Aspectos e Impactos						Avaliação				
		IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
84	BM 06	660765 E X 6830293 N	Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	3	8	FORTE	
							2	3	3	8	FORTE	
85	BM 07	660815 E X 6830293 N	Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	FORTE	
			Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	3	8	FORTE	
86	BM 07	660815 E X 6830293 N	Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	MÉDIO	
			Remoção do solo para abertura da BM	Riscos de acidentes	Pr	-	1	1	1	3	FRACO	

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 27 / 31					
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	Avaliação				
								ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
88	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	BM 07	660815 E X 6830293 N	Fechamento da BM	Minimização de acidentes	Pr	+	1	2	3	6	MÉDIO
				Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água dentro da mina	Pr	+	2	3	8	FORTE	
				Fechamento da BM	Melhoria estética do local	Pr	+	2	3	8	FORTE	
89				Conformação topográfica da área	Melhoria estética do local	Pr	+	2	2	3	7	FORTE
				Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	8	FORTE	
90				Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	3	8	FORTE

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 28 / 31			
ETAPA		Identificação de Aspectos e Impactos						Avaliação			
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
90	BM 07	660815 E X 6830293 N	Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>
91			Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	<b>MÉDIO</b>
92			Remoção do solo/rocha para abertura da BM	Riscos de acidentes	Pr	-	1	1	1	3	<b>FRACO</b>
93	BM 08	660808 E x 6830302 N	Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água dentro da mina	Pr	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>
			Fechamento da BM	Melhoria estética do local	Pr	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>
94			Conformação topográfica da área	Melhoria estética do local	Pr	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>
<b>RECUPERAÇÃO AMBIENTAL</b>											

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 29 / 31					
Identificação de Aspectos e Impactos							Avaliação					
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
94	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL											
95	BM 08	660808 E x 6830302 N	Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	3	8	8	FORTE
				Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	8	FORTE
96			Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	3	8	8	FORTE
			Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	6	MÉDIO
97	BM 09	660843 E x 6830273 N	Remoção do solo/rocha para abertura da BM	Riscos de acidentes	Pr	-	1	1	1	3	3	FRACO
			Fechamento da BM	Minimização de acidentes	Pr	+	1	2	3	6	6	MÉDIO
98			Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água dentro da mina	Pr	+	2	3	3	8	8	FORTE



Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 30 / 31				
Identificação de Aspectos e Impactos										Avaliação		
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO
98	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL											
99	BM 09		660843 E x 6830273 N	Fechamento da BM Conformação topográfica da área Conformação topográfica da área Revegetação Revegetação	Melhoria estética do local Melhoria estética do local Diminuição dos processos erosivos Reestabelecimento das condições naturais da área Reestabelecimento da fauna	Pr Pr Pr/F Pr/F F	+	2	3	3	8	FORTE
100								2	3	3	8	FORTE
101				Mão de obra	Geração de renda	Pr	+	2	2	2	6	MÉDIO
102	BM 100		660697 E x 6830241 N	Remoção do solo/rocha para abertura da BM Fechamento da BM	Riscos de acidentes Geração de renda	Pr Pr	-	1	1	1	3	FRACO
103						Pr	+	1	2	3	6	MÉDIO

Área 13 A: Mina Poeira		MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Data: 04 / 09 / 2009 Revisão: 001 Folha: 31 / 31					
Identificação de Aspectos e Impactos										Avaliação			
NUMERAÇÃO DO ASPECTO	ETAPA	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS	LOCALIZAÇÃO (UTM)	ASPECTO	IMPACTO	TEMPORARIEDADE	ORIENTAÇÃO	ESCALA	SEVERIDADE	DURAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	
103	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	BM 100	660697 E x 6830241 N	Fechamento da BM	Minimização da entrada de ar e água dentro da mina	Pr	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>	
				Fechamento da BM	Melhoria estética do local	Pr	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>	
104				Conformação topográfica da área	Melhoria estética do local	Pr/F	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>	
				Conformação topográfica da área	Diminuição dos processos erosivos	Pr/F	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>	
105				Revegetação	Reestabelecimento das condições naturais da área	Pr/F	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>	
				Revegetação	Reestabelecimento da fauna	F	+	2	3	3	8	<b>FORTE</b>	

De acordo com as tabelas de aspectos e impactos ambientais apresentadas anteriormente pode-se constatar os inúmeros impactos ambientais que podem ocorrer em áreas degradadas pela mineração do carvão.

Em relação à área 2, um dos principais impactos ambientais focado foi o grande desconforto da população que reside em torno da pilha, pois além de correrem riscos de acidentes, há a lixiviação da pilha gerando transtornos à população. Há ainda o fato da desvalorização dos terrenos no entorno da pilha.

A poluição sonora, provocada pelas máquinas durante a recuperação ambiental, além de incomodar a população residente no local, poderá também causar incômodos aos pacientes do hospital existente próximo à área. A falta de cobertura de solo e vegetação na pilha implica em geração de severos processos erosivos, provocando não só problemas aos moradores como também assoreando e contaminando as drenagens em áreas com cotas mais baixas. O principal problema desta área relaciona-se à disposição inadequada destes resíduos que, sem tratamento/controle provocam danos significativos à população vizinha e ao meio ambiente. A mitigação destes impactos será apresentada no item 6.1.4.1.

Na área 13A o principal problema refere-se ao expressivo volume de DAM gerado na BM 01. As demais galerias de encosta por apresentarem suas aberturas semi-obstruídas ou totalmente obstruídas, representam um impacto ambiental de menor intensidade.

Recomenda-se que a primeira atividade de recuperação ambiental desta área seja a construção do canal de desvio das águas de boa qualidade de montante.

No caso dos impactos ambientais diagnosticados nesta área, pode-se admitir que o fato de haver poço de ventilação aberto em meio à vegetação densa, constitui um risco real à integridade física das pessoas que por ali possam vir a transitar. Como foi dito anteriormente, a geração de DAM proveniente da BM 01 constitui um grave problema ambiental, pois a mesma constitui uma importante fonte de contaminação dos recursos hídricos. As medidas mitigadoras para tais impactos serão apresentadas no item 6.1.4.2 deste trabalho.

## 6.1.4 Definição de medidas mitigadoras

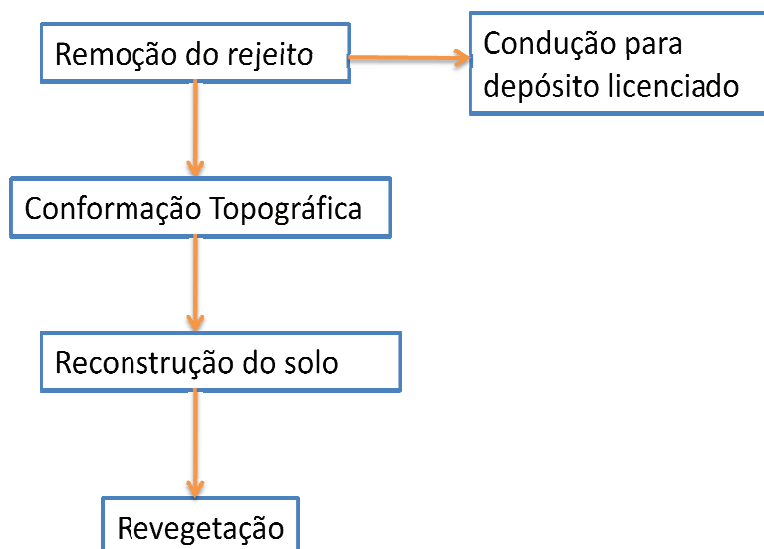
### 6.1.4.1 Área 2

A área 2 possui um diferencial em comparação à área 13A, devido à sua localização em área totalmente urbanizada com avanço progressivo da malha urbana nos arredores da pilha de rejeito. Qualquer forma de mitigação dos impactos ambientais deve ser muito bem estudada, pois implica em riscos de acidentes e desconforto à população que reside nas imediações da área. Como será evidenciado posteriormente, por se tratar de uma disposição inadequada de rejeitos sem qualquer proteção, os mesmos provocam grandes impactos visuais. O local também está sendo utilizado para a disposição de resíduos domiciliares e industriais, o que dificulta ainda mais sua correção ambiental. Antes de qualquer medida de mitigação/recuperação da área degradada, deve ser realizada uma apresentação do projeto à população para inteirá-la sobre os principais impactos decorrentes da pilha de rejeito exposta próxima às suas residências, além de sanar dúvidas da população sobre o projeto para evitar quaisquer conflitos futuros. É muito importante a participação dos moradores nesta etapa, pois estes podem mostrar seus anseios e contribuir para o bom andamento da obra, bem como participar com sugestões para o uso futuro da área.

#### 6.1.4.1.1 Pilha de rejeito

A pilha de rejeito existente na área possui grande extensão e está provocando diversos impactos ambientais e sócio-econômicos aos moradores do seu entorno. A disposição deste rejeito é irregular, sendo que uma porção já sofreu autocombustão e outra encontra-se susceptível a sofrer reações de queima.

A **Figura 40** mostra as etapas de recuperação ambiental da área ocupada pelo rejeito.



**Figura 40:** Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental da área ocupada pelo rejeito da área 2. (Fonte: CANCELIER, 2009)

Como se encontra em área urbana e em talude com declividade acentuada, podendo provocar acidentes, lixiviação do material carbonoso e piritoso para as áreas mais baixas e promover maior aceleração dos processos erosivos no local, sugere-se a remoção de todo o rejeito.

Antes da remoção do rejeito deverá ser feita uma avaliação do melhor trajeto a ser percorrido pelos caminhões, buscando evitar conflitos com a comunidade residente. Ressalta-se que os caminhões devem ter proteção com lona para evitar o arraste eólico de material particulado, além ser feita a umectação de pista.

Deverá ser realizada uma raspagem na área para a remoção total deste rejeito facilitando a posterior recuperação do local. A retirada do rejeito, por se tratar de grande volume, deve ser feita por retroescavadeiras e caminhões para a condução do material ao seu destino. O material removido deverá ser conduzido a uma área licenciada para a disposição adequada, podendo ser um depósito já existente. Caso a negociação para disposição do rejeito em depósito já existente seja dificultada ou inviável economicamente deve ser construído um novo depósito em áreas próximas pertencentes à própria CBCA seguindo critérios técnicos adequados, como a NBR 13028 e NBR 13029 indicadas no PRAD padrão (**Anexo II**).

Após a remoção do rejeito, precisará ser realizada a conformação topográfica da área atendendo critérios geotécnicos, visando minimizar a instalação de processos erosivos. Toda a área onde estava disposto o rejeito deverá ser

devidamente recoberta com material argiloso compactado e solo construído para a implantação de vegetação adequada.

#### **6.1.4.2 Área 13A**

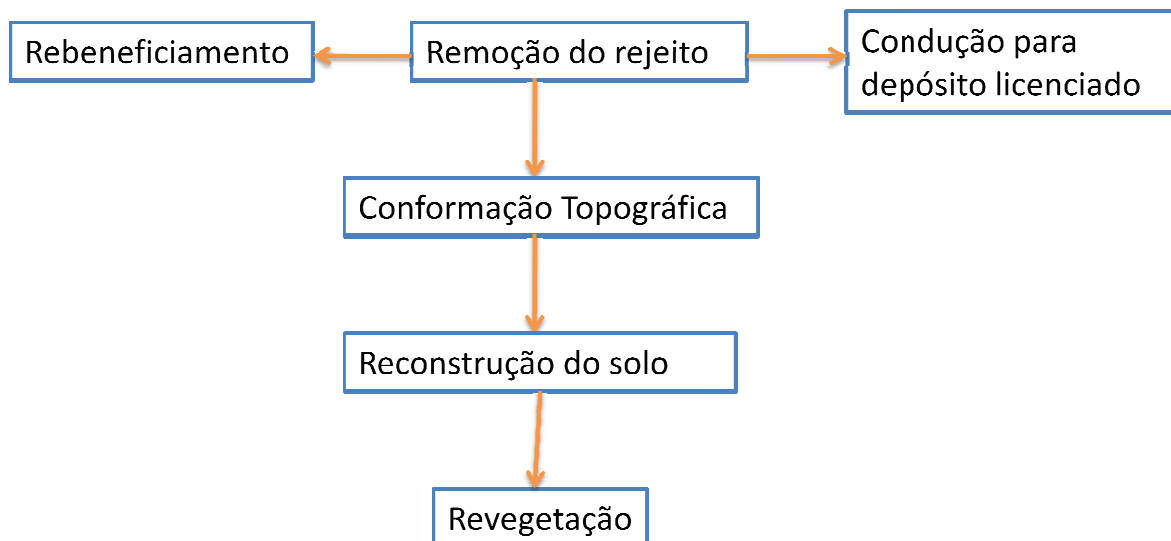
A área 13A, como já citado, possui inúmeras bocas de minas, que deverão ser objeto de medidas para a minimização dos impactos gerados desde o passado até os dias atuais. Nesta área também há a disposição de uma grande quantidade de rejeitos carbonosos que impacta consideravelmente as drenagens próximas.

A seguir serão apresentadas algumas das medidas de minimização dos impactos enfatizados na matriz de aspectos e impactos do item 6.1.3.

##### **6.1.4.2.1 Pilha de rejeito**

Com aproximadamente 50m de comprimento, 35m de largura e 15m de altura, estas pilhas podem gerar poeiras que são levadas pelos ventos a longas distâncias. A disposição a céu aberto evidenciada em campo provoca acidificação do aquífero freático, além do comprometimento das águas superficiais, devido à oxidação da pirita. A combustão espontânea gera gases que precisam ser eliminados, pois provocam a poluição atmosférica. A pilha encontra-se totalmente desprovida de cobertura de solo e vegetação, proporcionando assim a instalação de processos erosivos. A vegetação rala presente nesta pilha, constituída basicamente de vassouras (*Bacharis uncinella*) é insuficiente para manter a estabilidade da área.

A **Figura 41** mostra as etapas de recuperação ambiental da área ocupada pela pilha de rejeito.



**Figura 41:** Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental da área ocupada pelo rejeito da área 13A. (Fonte: CANCELIER, 2009)

Todo o rejeito deve ser removido do local, pois esta área possui declividade variando de 47% até >100%, ou seja, é considerada Área de Preservação Permanente (APP), além de ser cortada por cursos d'água em seus limites.

Como se trata de uma área muito sensível do ponto de vista ambiental, pois encontra-se em APP, sugere-se que antes do início das atividades de remoção do rejeito, avalie-se o melhor trajeto para acessar à pilha.

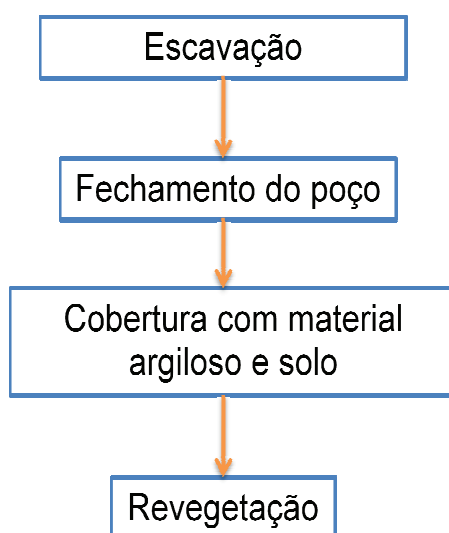
Após a retirada do rejeito, deverá ser feita a conformação topográfica deste local, praticando compactação com argila para evitar processos erosivos e em seguida reconstrução do solo para posterior plantio e estabelecimento da vegetação. Deverá ser dada preferência à vegetação rasteira para restabelecimento inicial da cobertura verde do local. Da mesma forma que na área anterior, recomenda-se que todo o rejeito retirado desta área seja adequadamente disposto em área devidamente licenciada para depósito de rejeito com controle de técnico especializado. Como esta área também é concessão da CBCA, caso não seja possível dispor o rejeito proveniente desta área em depósito existente, deve ser construído um novo depósito de rejeitos em áreas próximas pertencentes à antiga Massa Falida, com o máximo de segurança e cuidados ao meio ambiente, seguindo critérios técnicos adequados.

Como o rejeito desta área possui quadração da camada Barro Branco e por isso, ainda possui carvão presente na pilha poderá ser rebeneficiado para o

aproveitamento do carvão. Desta forma, sugere-se que se avalie a possibilidade de este material ser rebeneficiado por uma empresa carbonífera, cabendo a ela a disposição final adequada do rejeito gerado durante o beneficiamento. Este procedimento diminuiria os custos de recuperação ambiental desta área.

#### 6.1.4.2.2 Poço de Ventilação

O poço de ventilação da Área 13A, com profundidade aproximada de 12m e diâmetro de 1,5m, encontra-se totalmente aberto e exposto como já foi citado anteriormente. A **Figura 42** mostra as etapas da recuperação ambiental do poço de ventilação.



**Figura 42:** Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental do poço vertical da área 13A. (Fonte: CANCELIER, 2009)

Antes do início das obras de fechamento deste suspiro de mina, o local deverá ser cercado para evitar qualquer acidente.

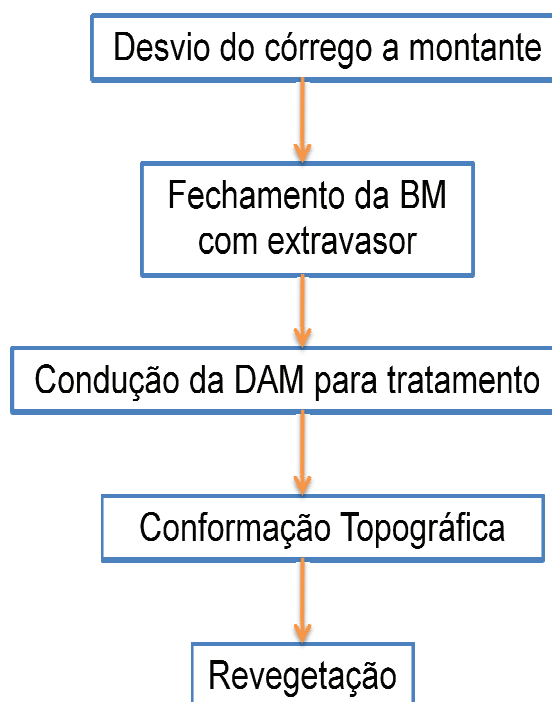
Inicialmente, sugere-se a realização de escavação com aproximadamente 2,5m de profundidade até atingir a rocha sã. Posteriormente deve-se fundir uma tampa de concreto com espessura adequada a qual deverá ficar devidamente ancorada na rocha sã.

O local, em seguida, deverá ser coberto com material argiloso e o solo anteriormente retirado. Por fim, a área deverá ser revegetada para promover com mais rapidez a fixação do solo e evitar possível atuação de processos erosivos.



### 6.1.4.2.3 BM 01

Esta boca de mina além de gerar grande quantidade de DAM, também recebe contribuição de um córrego a montante. A **Figura 43** mostra as etapas para a recuperação ambiental da área onde situa-se a BM 01.



**Figura 43:** Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental da BM 01. (Fonte: CANCELIER, 2009)

Inicialmente este córrego deverá ter seu curso desviado, através de construção de um canal de desvio que direcionará suas águas de maneira a não terem contato com a água da mina.

A boca da mina deverá ser fechada com muro de concreto constituído de extravasor para a passagem da drenagem ácida através de tubulações, que deverão ser destinadas a sistemas de tratamento de águas ácidas. A estação de tratamento poderá ser dimensionada para captar todos os efluentes de minas existentes no entorno do Morro Cechinel e localizada em local de fácil acesso. O tipo de tubulação a ser utilizada para a passagem da água deverá ser criteriosamente escolhido para evitar entupimentos, corrosão e/ou rompimento. Após a colocação destes dutos, a área deverá ser conformada topograficamente e revegetada.

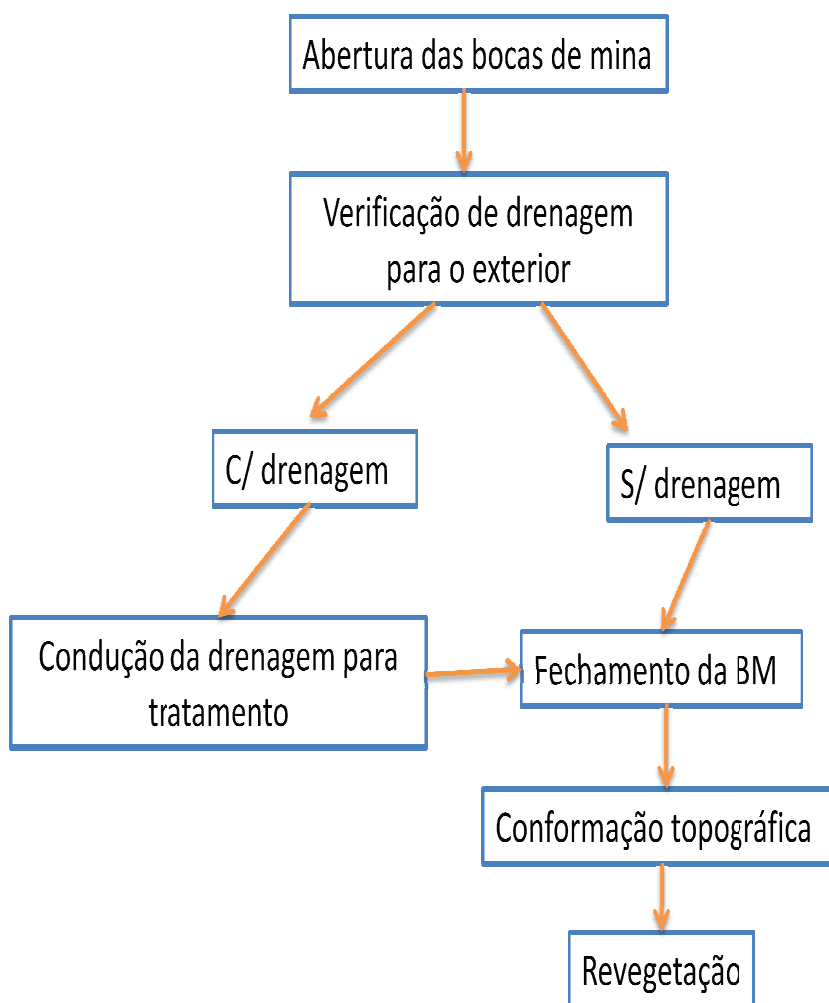
A água ácida tratada poderá então ser descartada em corpos hídricos

próximos, desde que atendam a legislação no que diz respeito às concentrações dos parâmetros de qualidade para o das águas no corpo receptor.

#### 6.1.4.2.4 BM 02, BM 03, BM 05, BM 08

Estas bocas de mina foram agrupadas nesta etapa por se tratarem de aberturas obstruídas. Embora visivelmente aparentem estar secas e não contribuindo para entrada de águas superficiais poderão conter águas ácidas em seu interior.

A **Figura 44** mostra as etapas para a recuperação ambiental das bocas de minas deste item e dos itens **6.1.4.5** e **6.1.4.2.6**.



**Figura 44:** Fluxograma das etapas para a recuperação ambiental das bocas de minas abertas sem DAM, bocas de minas obstruídas e parcialmente obstruídas. (Fonte: CANCELIER, 2009)

Para mitigação e recuperação destas bocas de mina, inicialmente deverá ser feita a reabertura de todas elas, com remoção do material superficial à mina (solo e rochas) através de escavação manual ou com máquinas, para posterior verificação da existência ou não de água. A escavação manual implicará em menor impactos ao meio ambiente em relação à escavação mecanizada, a qual implicará na supressão de uma parte da vegetação local para entrada das máquinas.

No caso, após a abertura das bocas de mina, alguma delas estiver com água estagnada, esta drenagem deverá ter o mesmo tratamento da BM 01. Em contrapartida, se alguma delas estiver seca, deverá ser fechada com laje de concreto para evitar entrada de água e ar para o interior da mina, além de posteriormente ser recoberta com o solo removido anteriormente e revegetada.

#### **6.1.4.2.5 BM 04 BM 09 e BM 100**

Estas três aberturas de mina foram agrupadas, pois encontram-se abertas, embora apresentem sinais de desabamento nos seus interiores. Aparentemente elas não apresentam drenagem para o exterior, embora possa haver percolação de drenagem não detectada debaixo do material desabado.

Como medida mitigadora para este caso, o material do assoreamento deverá ser removido como também parte da mina desmoronada que obstruiu parcialmente a entrada da galeria. Após a remoção de todo este material, as referidas bocas deverão ser analisadas quanto à possível percolação de drenagem nas suas galerias.

Após verificação, se estas estiverem realmente secas e sem possibilidade de saída de drenagem, suas aberturas devem ser devidamente fechadas com tampa de concreto e posteriormente cobertas com o solo retirado anteriormente. Por fim, deverá ser feita a reconformação do local com revegetação.

#### **6.1.4.2.6 BM 06 e BM 07**

Muito embora a BM 07 esteja quase totalmente obstruída em relação a BM 06, elas são semelhantes pelo fato de se situarem em local propício para a entrada de água pluvial nas galerias.

Estas águas ao entrarem nas aberturas de mina poderão contribuir para o aumento da drenagem ácida na mina e conseqüentemente, se a lapa da camada de carvão em ambas estiver voltada para o interior da mina, toda esta drenagem possivelmente será direcionada para a BM 01, com o conseqüente aumento da sua vazão.

Também neste caso todo o material que obstruiu a entrada destas bocas de mina devido a caimentos e solapamentos, deverá ser removido para a verificação da percolação ou não de drenagem em seus interiores.

No caso de estarem secas e não oferecerem perigo de possível saída de drenagem, estas bocas de mina deverão ser fechadas com tampa de concreto com posterior recobrimento com solo e conformação da topografia local. Ao final desta etapa, a área deverá ser revegetada e oferecer condições para o reestabelecimento da flora já existente.

## 7 CONCLUSÃO

A mineração de carvão no passado gerou uma série de impactos ambientais, que podem ser vistos até os dias atuais. A falta de técnicas adequadas de mineração e a legislação ambiental praticamente inexistente fizeram com que grande parte dos elementos dos meios físico e biótico da região carbonífera de Santa Catarina fosse comprometida devido à perda de suas características naturais.

O presente trabalho avaliou as principais características atuais das áreas estudadas evidenciando suas particularidades e impactos ambientais gerados por elas. As bocas de minas sem qualquer proteção são um risco para o meio ambiente, devido à contaminação dos recursos hídricos e interferência no meio biótico, gerando desta forma danos à sociedade.

Nas áreas de estudo as bocas de minas abandonadas encontradas totalizaram 11, sendo que 4 delas encontram-se abertas além de uma gerar um volume expressivo de DAM, 4 bocas de mina obstruídas, 2 BMs parcialmente obstruídas e uma outra totalmente aterrada em meio à área urbana, além de ser encontrado na área 13A um poço de ventilação aberto que proporciona grandes riscos de acidentes.

A disposição inadequada dos rejeitos, tanto em área urbana como no meio rural, deverá ser equacionada, devido principalmente ao potencial de geração de diversos impactos ambientais.

A recuperação ambiental destas áreas representa um grande desafio, pois são minas de encosta e algumas delas geram volumes expressivos de DAM, além de que seus rejeitos foram depositados inadequadamente e sem qualquer critério de segurança e cuidados ao meio ambiente.

Na área 2 está ocorrendo um intenso avanço urbano no local onde está disposto o rejeito, implicando em riscos ao conforto e à segurança da população. O material lixiviado das pilhas pela ação das chuvas é carregado para os pontos mais baixos, comprometendo a qualidade de vida dos moradores daqueles locais.

A área 13A está inserida em Área de Preservação Permanente e encontra-se impactada devido à má disposição do rejeito carbonoso, além de inúmeras aberturas de mina sem qualquer proteção, proporcionando riscos potenciais de acidentes e geração de drenagem ácida.

Como medida mitigadora para o controle dos impactos decorrentes destas minerações deve ser realizada a remoção total desses rejeitos carbonosos disponibilizando-os em depósitos licenciados, e a recuperação da área degradada.

No que diz respeito às bocas de minas abandonadas, deverão ser feitos estudos criteriosos, visando o conhecimento geotécnico e estrutural de cada uma delas para posterior definição das medidas de recuperação ambiental. No caso das bocas de minas secas, sugere-se o fechamento com parede de concreto, com posterior conformação topográfica e revegetação.

A água drenante da boca da mina 01, não está em conformidade com a legislação, comprometendo a qualidade dos corpos receptores da sub-bacia do rio Ronco D'água, necessitando tratamento físico-químico em atendimento aos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação.

Recomenda-se, ainda, a continuidade do estudo, na busca de novas técnicas para a recuperação ambiental, uso futuro do solo das áreas degradadas pela mineração de carvão e alternativas para o tratamento racional da drenagem ácida.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Nadja Zim; KREBS, Antonio Silvio Jornada. **Qualidade das águas superficiais: Relatório final**. Porto Alegre: CPRM,1995. 73 p. PROGESC – Série Recursos Hídricos – Porto alegre, v. 6.

AMARAL, José. Eduardo do; VALIATI, Dario. **Carvão em Santa Catarina**. Criciúma, 1994. CPRM/DNPM. 33 p.

\_\_\_\_\_. Carvão em Santa Catarina. In: AMARAL, José Eduardo do. **Aspectos de Mineração**. Criciúma, 1994. CPRM/DNPM. p. 1-14.

AMARAL, José Eduardo do.; PAZZETTO, Mariane Brogni. **O papel da geologia na mineração de carvão. Um enfoque ambiental**. Criciúma, 2009. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BELLOLLI, Mário *et al.* **A história do carvão de Santa Catarina**. vol 1. Criciúma, 2002. p. 167.

BRASIL. **Decreto Federal 85.206/80**. [S/I], 1980.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 029, de 07 de dezembro de 1994**.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357, 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.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008**. Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA no 357,

de 2005, que 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.

\_\_\_\_\_. Decreto-Lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967. **Lex: Código de Mineração e Legislação Correlativa**, Florianópolis, p. 21-82, 1987.

\_\_\_\_\_. Ministério Público Federal. **Processo nº 2000.72.04.002543-9/SC**. [S/I], 2007.

\_\_\_\_\_. 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.

BUSTIN, R.M.; CAMERON, A.; GRIEVE, D.; KALKREUTH, W. **Coal Petrology, its Principles, Methods and Applications**. In: (2nd ed.), Geol. Assoc. Canada, Victoria (1985), p. 230 Short Course Notes

CENTRO DE ECOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Carvão e meio ambiente. In: PROCHNOW, Tania Renata; PORTO, Maria Luiza. (Org.). **Avaliação de uma área de rejeitos da mineração de carvão com vistas a bioindicadores vegetais para metais pesados**. Porto Alegre, RS: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p. 673-694.

CORSEUIL, Henry Xavier. **Carvão ativado: Uma nova tecnologia no tratamento da drenagem ácida de minas de carvão**. 1984. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CPRM. Carvão: Definição, formação, propriedades químicas, propriedades físicas, gaseificação, liquefação e recursos mundiais. In: SCHOPF, James M. **Uma definição de carvão**. Rio de Janeiro, 1978. p. 1-15.

DNPM. **Informativo Anual da Indústria**. 1988. Brasília. 250 p.

\_\_\_\_\_. Informativo Anual da Indústria. In: AMARAL, José Eduardo do. (Org). **O escritório regional do DNPM em Criciúma**. v.1. Brasília, DF: DNPM, 1998. p. 32-35.



\_\_\_\_\_. **Avaliação Preliminar das Áreas da CBCA**. Florianópolis. 2008. 185 p.

FABRICIO, João Aécio Corrêa. **Projeto Carvão de Santa Catarina: Relatório Integrado**. Porto Alegre. CPRM/DNPM.1973. 58 p.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental. Meio Ambiente e Carvão: Impactos da exploração e utilização. In: KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. **Mineração**. Porto Alegre, 2002. p.15-27.

\_\_\_\_\_. Meio Ambiente e Carvão: Impactos da exploração de utilização. In: SAMPAIO, Carlos Hoffmann. **Beneficiamento**. Porto Alegre, 2002. p.29-43.

Hinrichs, Roger A.; Kleinbach, Merlin. **Energy – Use and the Environment**. Tradução de Flávio Maron Vichi e Leonardo Freire de Mello. São Paulo: Editora THOMSON, 2003. 543 p.

ICCP, 1998. **The new vitrinite classification. International Committee for Coal and Organic and Petrology** (ICCP System 1994). Fuel 77, 349–358.

KREBS, Antonio Silvío Jornada; DIAS, Adalberto A.; VIEIRO, Ana Cláudia. **Áreas mineradas para carvão no Município de Criciúma - SC**. Porto Alegre: CPRM,1994. 35 p. PROGESC – Série Recursos Minerais – Porto alegre, v. 2.

KREBS, Antônio Silvío Jornada. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá: SC**. 2004. 375 p. v. 1. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990, v. 02, p. 113-187.

MACEDO, Alexandre José Buril de; BAZANTE, Arlindo José; BONATES, Eduardo Jorge Lira. **Seleção do método de lavra: arte e ciência**. Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 54, n. 3, p. 221-225. jul/set. 2001 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-44672001000300010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672001000300010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 09 ago de 2009.

MULLER, Alberto Antônio; SANTOS, Humberto M. dos Santos; SCHMITT, José Cláudio C.; BERTOL, Mário Antônio; CÉSAR, Sérgio Bizarro. **Perfil Analítico do**

**Carvão**. 2ed. Porto Alegre: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1987. 140 p.

NOSSE, Eduardo de Oliveira; KREBS, Antonio Silvio Jornada. **Potencial hidrogeológico no Município de Criciúma – SC**. Porto Alegre: CPRM, 1998. 44 p. PROGESC – Série Cartas Temáticas – Porto Alegre, v. 24.

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675 de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências**. Florianópolis: Diário Oficial do Estado 13 abr 2009. Disponível em: <[http://www.sc.gov.br/downloads/Lei\\_14675.pdf](http://www.sc.gov.br/downloads/Lei_14675.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2009.

SÜFFERT, T.; CAYE, B. R.; DAEMON, R. F. **Projeto Carvão Bonito Gaseificável: Relatório Final**. Porto Alegre: DNPM/CPRM, v. 1. 1977. 84 p.

TEIXEIRA, Mario Buede. **Vegetação e uso atual do solo do Município de Criciúma – SC**. Porto Alegre: CPRM, 1994. 17 p. PROGESC – Série Cartas Temáticas – Porto Alegre, v. 12.

VIEIRO, Ana Cláudia; KREBS, Antonio Silvio Jornada. **Áreas degradadas pela atividade mineira**. Porto Alegre: CPRM, 1994. 17 p. PROGESC – Série Degradação Ambiental – Porto Alegre, v.9.

**BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS**

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

VIEIRO, Ana Cláudia KREBS, Antonio Silvio Jornada. **Declividade no município de Criciúma**. Porto Alegre: CPRM, 1995. 17 p. PROGESC – Série Cartas Temáticas – Porto Alegre, v.21.

LORENZI, Harri; SOUZA, Hermes Moreira de. **Plantas ornamentais no Brasil: Arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3.ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2001. 1088 p.

LORENZI, Harri. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4.ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

## **APÊNDICE A: Localização da área 2**

**APÊNDICE B: Localização da área 13 A**

**APÊNDICE C: Entrevista com o Sr. Zilli**

## Entrevista

Nome: Jovenil Zilli

Idade: 77 anos

Endereço: Rua Otávio Fontana, 1207 – Bairro São Simão

Os terrenos pertencem à família há quanto tempo?

R: 110 anos

Como os limites da área 13 A ficaram como sua propriedade?

R: “Herança de pai para filho”

As bocas de minas ali presentes pertenciam a quem?

R: “Ao meu falecido pai Abramo Zilli”

O Sr. se lembra do nome das minas?

R: “A mineração do terreno do falecido meu pai pertencia ao mesmo setor Abramo Zilli (Mina Poeira)”

Como era o método de lavra do carvão praticado na área?

R: “Tudo através de picareta e banana de barro para explodir”

O Sr. se lembra de quantas bocas de minas existem no seu terreno?

R: “No terreno do meu pai tinha 7 bocas de minas”

Qual a quantidade de carvão que era minerada em média diariamente?

R: “Dizia na época que era um carro de vagonete e meio para cada cabeça”. Média de 70 vagonetas por dia.

O carvão era transportado de que forma?

R: “Transporte através de caminhão até o atual terminal central de ônibus”

Qual era o destino final do carvão extraído?

R: Capivari e Imbituba

Onde era depositado o rejeito que não era aproveitado?

R: “Na ponta de pedra”

Qual o destino o Sr. dará para a ponta de pedra?

R: ---X---

Quantos mineiros aproximadamente trabalhavam nesta área?

R: “Aproximadamente 30 a 35 mineiros”

A mineração de carvão no seu terreno foi finalizada em que ano?

R: “Aproximadamente em 1964”

## **ANEXO I: Mapa de localização das Áreas Degradadas**



**ANEXO II: Modelo de PRAD contemplando a NBR 13030 e a NRM-01 e NRM-21  
da Portaria do DNPM nº 237 de 18/10/2001**

## PRAD PADRÃO

Visando atender ao Decreto-Lei n.º 97.632 de 10/4/1989 que estabelece a necessidade de apresentação do PRAD quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental - RIMA e às Resoluções CONAMA 001/86 e 009/90, o presente trabalho visa criar uma sugestão de procedimento para elaboração de um PRAD– Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – padronizado, de forma a atender simultaneamente à NBR 13030, aos itens NRM-01 (Normas Gerais) e NRM-21 (Reabilitação de Áreas Pesquisadas, Mineradas e Impactadas) da Portaria do DNPM N.º 237 de 18/10/2001 de que trata o artigo 97 do Decreto-Lei n.º 227 de 28/2/1967.

### PROPOSTA:

#### **PADRONIZAÇÃO DO PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADA PELA MINERAÇÃO – PRAD**

### **Módulo I - IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

#### **1.EMPRESA DE MINERAÇÃO RESPONSÁVEL PELA ÁREA**

Nome Oficial/Razão Social:	
CNPJ e Inscrição Estadual:	
Endereço da sede:	
Município:	Estado: SC
Fone/Fax: (0XX) (048)	E-mail:

#### **2. EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PRAD**

Nome:	
CNPJ e Inscrição Estadual:	
Endereço:	
Município:	Estado:
Fone/Fax:	
Responsável Técnico (RT):	CREA:
Equipe Técnica: Anexo nº 1 (com CV resumido)	

#### **3 LEGISLAÇÃO PERTINENTE/REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL**

FEDERAL:
RESOLUÇÃO CONAMA:
ESTADUAL:
MUNICIPAL:

#### **4. LOCALIZAÇÃO DA(S) ÁREA(S) IMPACTADA(S) A SER(EM)**

**RECUPERADA(S)**

Denominação	
Localização	Local:
	Município: Distrito:
Vias de Acesso	
Plotagem	Mapa de Situação: Folha: Escala:
	Imagem Escala:
	Fotografias Escala:
Bacia (sub-bacia) Hidrográfica	
Nome e endereço do proprietário do solo:	
Complementos:	

**5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

Substância mineral explotada	
Camada minerada/outros	
Relação estéril /minério	
Método de lavra	
Capacidade instalada	
Produção anual e vida útil	
Obras complementares	
Caracterização do estéril	
Plano de Desenvolvimento da Lavra (síntese) - Texto Anexo nº2	
Sistema de Beneficiamento (síntese) Texto: Anexo nº 3	
Caracterização físicoquímica e mineralógica do rejeito	
Estruturas de apoio (síntese) Texto: Anexo nº 4 Área titulada: Área lavrada/a lavar: Área a recuperar/recuperada:	

Área não abrangida pela proposta	
----------------------------------	--

## 6. HISTÓRICO DA ÁREA E OUTRAS INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

.....  
 .....  
 .....

## 7. LICENÇAS /AUTORIZAÇÕES:

Licença Ambiental <b>FATMA</b> nº:
objeto/recuperação, tipo, data de emissão e validade.
Licença Ambiental <b>IBAMA</b> nº:
Processo <b>DNPM</b> nº
Licença da <b>Prefeitura</b>
Registro DNPM (opcional):
<b>TAC/ACP</b> /outros (opcional)
Complementações:

## Módulo II – CRONOGRAMAS

- **Cronograma de Atividades** (com texto complementar)
- **Cronograma de Desembolso Financeiro** (com texto complementar)

## Módulo III – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA

Apresentar as descrições e as análises dos fatores ambientais e suas interações, caracterizando a situação ambiental da área, que deverão retratar a atual qualidade ambiental da área.

### (III.a) MEIO FÍSICO

Os itens a serem abordados serão aqueles necessários para a caracterização do meio físico, de acordo com o tipo e o porte da proposta de recuperação, considerando-se as características locais e regionais.

Caracterização da área:

- **Clima** – indicação da rede de estações e postos meteorológicos da região (quando disponível). Descrição dos parâmetros climatológicos: direção e velocidade dos ventos; temperatura; umidade do ar; pluviometria e regime das chuvas; evapotranspiração. Classificação climática e balanço hídrico.
- **Geologia, Geotecnia e Geomorfologia** - determinação lito-estratigráfica e estrutural; elaboração de mapas, perfis geológicos e geomorfológicos, em escala adequada; perfis topográficos; determinação dos parâmetros geotécnicos, estabilidade de

maciços; grau de alteração das rochas e declividade dos terrenos. Identificação e localização geográfica de monumentos naturais relevantes.

- Solos - elaboração de mapa e perfil pedológicos, determinando e classificando os solos, análise da estabilidade dos solos (erodibilidade, estanqueidade, processos erosivos e de sedimentação); declividades; aptidão agrícola, uso e ocupação do solo.
- Recursos hídricos superficiais - elaboração de mapa hidrográfico; caracterização do sistema hidrográfico; informação sobre vazões médias, máximas e mínimas de longo período (quando disponível); regime hidrológico; velocidade do escoamento; competência para o transporte de sedimentos; identificação de postos/estações pluviométricas e fluviométricas; usos da água.
- Recursos Hídricos subterrâneos: levantamento hidrogeológico com identificação, caracterização e dimensionamento dos aquíferos, das áreas de recarga, das linhas de fluxo e dos poços. Proposta de implantação de piezômetros.
- Qualidade das águas superficiais e subterrâneas: qualidade físicoquímica e biológica.

### **(III.b) MEIO BIÓTICO**

Caracterização da área:

- Ecossistema(s) terrestre e/ou aquático da área;
- Flora: estudo qualitativo e quantitativo;
- Fauna: estudo qualitativo e quantitativo;
- Inter-relações fauna-flora (terrestre e aquática)

### **(III.c) MEIO SÓCIO-ECONÔMICO OU ANTRÓPICO**

- Dinâmica populacional
- Uso e Ocupação do Solo
- Atividades econômicas: estruturas produtivas e serviços;
- Organização social
- Patrimônio natural, histórico, cultural e arqueológico;

### **(III.d) FISIONOMIA ECOLÓGICA**

Interação dos aspectos bióticos e abióticos da paisagem.

## **Módulo IV - IMPACTOS AMBIENTAIS**

Análise (identificação, valoração e interpretação) dos impactos ambientais instalados e potenciais a curto, médio e longo prazos. O levantamento do passivo ambiental decorrente da atividade de mineração é fundamental para a proposição de recuperação da área.

- Caracterizar a(s) fonte(s) de poluição e o(s) contaminante(s);

- Identificar:

⇒ impactos benéficos e adversos
⇒ impactos temporários, permanentes e cíclicos
⇒ impactos imediatos, a médio e longo prazos
⇒ impactos reversíveis e irreversíveis
⇒ impactos locais, regionais e estratégicos.

- Identificar, determinar a magnitude e interpretação da importância de cada um deles;

- Descrição detalhada dos impactos sobre cada fator ambiental:

⇒ impactos sobre o meio físico: enfatizar solo e recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
⇒ impacto sobre o meio biótico;
⇒ impacto sobre o meio sócio-econômico (com ênfase em <b>saúde ocupacional</b> ).

- Métodos de identificação dos impactos, as técnicas de previsão da magnitude e os critérios adotados para a interpretação e análise de suas interações.

## **Módulo V - PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS**

- Explicitar as medidas que visam minimizar os impactos adversos, identificados e quantificados no módulo anterior, caracterizando:

- ⇒ natureza: preventiva ou corretiva
- ⇒ fator ambiental a que se destina: físico, biótico ou antrópico;
- ⇒ prazos de permanência de sua aplicação: curto, médio ou longo;
- ⇒ responsabilidade por sua implementação: empreendedor, poder público ou outros;
- ⇒ Estimativa de custos das medidas mitigadoras.

## **Módulo VI - AÇÕES DE RECUPERAÇÃO**

- Definição da aptidão e previsão de uso futuro da área, justificando a escolha (reabilitação social) da área;
- Definição das etapas e métodos da reabilitação, levando em consideração o uso da área e os seguintes tópicos:

- ⇒ estabilidade de aterros e escavações;
- ⇒ erosão e drenagem
- ⇒ solo;
- ⇒ águas superficiais;
- ⇒ águas subterrâneas;
- ⇒ conformação topográfica e paisagística;

⇒ revegetação;

- Os trabalhos de reabilitação/recuperação ambiental devem abranger as áreas de lavra, de deposição de estéril, de rejeitos, bacias de decantação, áreas de empréstimo, de tratamento de minério e de apoio.

## **Módulo VI - PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

- **OBJETIVO:** acompanhamento da evolução da possível minimização dos impactos ambientais.

- **Indicação e justificativa:**

⇒ dos parâmetros selecionados para a avaliação dos impactos sobre cada um dos fatores ambientais considerados;

⇒ da rede de amostragem, incluindo seu dimensionamento e distribuição espacial;

⇒ dos métodos de coleta e análise de amostras;

⇒ da periodicidade de amostragem para cada parâmetro, segundo os diversos fatores ambientais;

⇒ dos métodos a serem empregados no processamento das informações levantadas, visando retratar o quadro da evolução dos impactos ambientais causados pelo empreendimento.

### **Considerar:**

ar; água; solo; fauna; flora; saúde pública; saúde ocupacional.

### **Complementos:**

### **Referências bibliográficas**

### **Equipe técnica**

### **Ilustrações:**

desenhos; fotografias; mapas; planilhas de custo; outros.

**Observação:** caso haja a previsão de construção de pilhas de estéril e/ou barragens de contenção de rejeitos, devem também serem seguidos os temas referentes às orientações da NBR 13029 – “Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril, em pilha, em mineração.” e NBR 13028 – “Elaboração e apresentação de projeto de disposição de rejeitos de beneficiamento, em barramento, em mineração”.

**ANEXO III: Laudo da análise do rejeito da área 2 segundo a NBR 10004/2004**



**ANEXO IV: Laudo da análise físico-química da DAM**