

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO</b> .....                        | <b>14</b> |
| 2.1      | METODOLOGIA DO ESTUDO .....   | 14        |
| 2.2      | ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) .....                                     | 16        |
| 2.3      | ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) .....                                   | 20        |
| <b>3</b> | <b>RECUPERAÇÃO DE PILARES</b> .....                                       | <b>25</b> |
| 3.1      | LOCAIS ONDE SE PRETENDE PROMOVER A LAVRA COM RECUPERAÇÃO DE PILARES ..... | 25        |
| 3.2      | ESTUDO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS .....                                     | 26        |
| 3.3      | LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....                      | 27        |
| <b>4</b> | <b>PROJETO EXECUTIVO DO DEPÓSITO DE REJEITOS</b> .....                    | <b>28</b> |
| <b>5</b> | <b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA (ETDAM)</b> .....      | <b>29</b> |
| <b>6</b> | <b>PLANO DE MONITORAMENTO HÍDRICO</b> .....                               | <b>30</b> |
| 6.1      | INTRODUÇÃO .....  | 30        |
| 6.2      | CONTEXTO GEOLÓGICO-ESTRUTURAL .....                                       | 30        |
| 6.3      | CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO .....   | 34        |
| 6.4      | PLANO DE MONITORAMENTO .....  | 35        |
| 6.4.1    | Rede monitora do sistema aquífero freático .....                          | 35        |
| 6.4.2    | Rede monitora do sistema aquífero profundo .....                          | 39        |
| 6.4.3    | Aspectos construtivos .....   | 41        |
| 6.4.4    | Parâmetros .....  | 41        |
| 6.4.5    | Método de Amostragem e Periodicidade .....                                | 41        |
| <b>7</b> | <b>COMPENSAÇÃO AMBIENTAL</b> .....  | <b>43</b> |
| 7.1      | DETERMINAÇÃO DO GRAU DE IMPACTO .....                                     | 43        |
| 7.1.1    | Impacto sobre a Biodiversidade .....                                      | 43        |
| 7.1.2    | Comprometimento de Área Prioritária – CAP .....                           | 44        |
| 7.1.3    | Influência em Unidade de Conservação .....                                | 44        |
| 7.2      | ÍNDICES .....   | 45        |
| 7.2.1    | Índice de Magnitude .....   | 45        |
| 7.2.2    | Índice Biodiversidade .....   | 46        |
| 7.2.3    | Índice Abrangência .....  | 46        |
| 7.2.4    | Índice Temporalidade .....  | 47        |
| 7.2.5    | Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias .....                        | 47        |
| 7.3      | DETERMINAÇÃO DO VALOR DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL .....                      | 48        |
| <b>8</b> | <b>MAPA DE RISCO</b> .....  | <b>51</b> |
| 8.1      | METODOLOGIA .....   | 51        |
| 8.2      | DANOS QUE PODEM SER CAUSADOS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO EM SUBSOLO .....    | 51        |
| 8.3      | CATEGORIZAÇÃO DOS RISCOS .....  | 51        |
| 8.4      | DESCRIÇÃO DAS CAMADAS DE DADOS COM A CATEGORIZAÇÃO DOS RISCOS .....       | 52        |
| 8.4.1    | Espessura da cobertura .....  | 52        |
| 8.4.2    | Geologia estrutural .....   | 52        |
| 8.4.3    | Hidrogeologia .....   | 52        |
| 8.4.4    | Lavra em multicamadas .....   | 53        |
| 8.4.5    | Obras civis em geral .....  | 53        |
| 8.4.6    | Hidrografia .....   | 53        |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 8.5       | VALORAÇÃO DAS CLASSES DE DADOS .....  | 54        |
| 8.6       | MATRIZ DO MAPA DE RISCOS.....   | 54        |
| 8.7       | REPRESENTAÇÃO DAS CAMADAS DE DADOS .....  | 56        |
| 8.8       | RESULTADOS .....  | 57        |
| 8.8.1     | <i>Conversão dos dados geográficos para o ambiente de Sistemas de Informações Geográficas</i> ..... | 57        |
| 8.8.2     | <i>Composição do banco de dados geográfico</i> .....  | 57        |
| 8.8.3     | <i>Cruzamentos das camadas de informações</i> .....   | 57        |
| 8.8.4     | <i>Reclassificação da matriz de valores (definição das classes)</i> .....                           | 57        |
| <b>9</b>  | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>60</b> |
| <b>10</b> | <b>APÊNDICES</b> .....  | <b>61</b> |



## **LISTAS DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| TABELA 6-1 - MEDIDAS DA POROSIDADE E DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE VERTICAL INTERGRANULAR.....  | 33 |
| TABELA 6-2 - REDE MONITORA INSTALADA DO SISTEMA AQUÍFERO FREÁTICO.....   | 36 |
| TABELA 6-3 - PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DA REDE MONITORA DO SISTEMA AQUÍFERO FREÁTICO.....  | 37 |
| TABELA 6-4 - REDE MONITORA INSTALADA DE POÇOS DO SISTEMA AQUÍFERO PROFUNDO.....  | 39 |
| TABELA 6-5 - PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS OBTIDOS NOS TESTES DE BOMBEAMENTO DE POÇOS INSTALADOS DE MONITORAMENTO DO SISTEMA AQUÍFERO PROFUNDO. .... | 40 |
| TABELA 6-6 - PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DA REDE MONITORA DE POÇOS DO SISTEMA AQUÍFERO PROFUNDO.....   | 40 |
| TABELA 7-1- DEFINIÇÃO DA IUC DE ACORDO COM A INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO SOBRE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. ....                                    | 45 |
| TABELA 7-2- VALOR DO ÍNDICE DE MAGNITUDE DE ACORDO COM A RELEVÂNCIA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO EMPREENDIMENTO. ....                              | 45 |
| TABELA 7-3- VALOR DO ÍNDICE DE BIODIVERSIDADE DE ACORDO COM O ESTADO DA ÁREA ANTERIORMENTE À IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....                  | 46 |
| TABELA 7-4 - VALOR DO ÍNDICE DE ABRANGÊNCIA CONFORME EXTENSÃO ESPACIAL DOS IMPACTOS NEGATIVOS. ....  | 46 |
| TABELA 7-5- VALOR DO ÍNDICE DE TEMPORALIDADE CONFORME A RESILIÊNCIA DO BIOMA EM QUE SE INSERE O EMPREENDIMENTO. ....                             | 47 |
| TABELA 7-6 -VALOR DO ÍNDICE DE COMPROMETIMENTO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS.....  | 48 |
| TABELA 7-7 - ÍNDICES UTILIZADOS PARA O CÁLCULO DO IMPACTO SOBRE A BIODIVERSIDADE DA MINA "C". ....   | 48 |
| TABELA 7-8 - ÍNDICE DE COMPROMETIMENTO DE ÁREA PRIORITÁRIA USADO NO CÁLCULO DO COMPROMETIMENTO DE ÁREA PRIORITÁRIA. ....                         | 49 |
| TABELA 7-9- ÍNDICE DE INFLUÊNCIA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO CÁLCULO DA INFLUÊNCIA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....                                | 49 |
| TABELA 7-10- ÍNDICES PARA CÁLCULO DO GRAU DE IMPACTO (GI) DA MINA "C".....   | 50 |
| TABELA 7-11- COMPENSAÇÃO AMBIENTAL A SER RECOLHIDA PELA CARBONÍFERA RELATIVA A MINA "C".....   | 50 |
| TABELA 8-1: VALORAÇÃO DAS CLASSES DE DADOS.....  | 54 |

## **LISTAS DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 2-1 - ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....   | 15 |
| FIGURA 2-2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID): MEIO FÍSICO E BIÓTICO (DESTACADO EM LARANJA A POLIGONAL DO PROCESSO DNPM 815.707/2004).....                                     | 19 |
| FIGURA 2-3 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID): MEIO SOCIOECONÔMICO (DESTACADO EM VERMELHO: O MUNICÍPIO DE MARACAJÁ/SC). ....   | 20 |
| FIGURA 2-4 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII): MEIO FÍSICO E BIÓTICO (DESTACADA EM ROXO AS MICROBACIAS).....   | 22 |
| FIGURA 2-5 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID): MEIO FÍSICO, BIÓTICO (DESTACADA EM AMARELO). ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII): MEIO FÍSICO E BIÓTICO (DESTACADA EM ROXO). .... | 23 |
| FIGURA 2-6 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII): MEIO SOCIOECONÔMICO (DESTACADOS EM VERMELHO) .....  | 24 |
| FIGURA 6-1- DESENHO ESQUEMÁTICO DO PERFIL GEOLÓGICO DA MINA "C".....  | 31 |
| FIGURA 6-2 - TESTEMUNHOS DE SONDAÇÃO DA FORMAÇÃO IRATI MOSTRANDO FRATURAS PREENCHIDAS COM GIPSITA (FURO MA04).....  | 32 |
| FIGURA 6-3 - TESTEMUNHOS DE SONDAÇÃO DA FORMAÇÃO IRATI MOSTRANDO FRATURAS PREENCHIDAS COM DIABÁSIO (FURO MA6A).....   | 32 |
| FIGURA 6-4 - TESTEMUNHO DE SONDAÇÃO DO INTERVALO MÉDIO DA FORMAÇÃO PALERMO MOSTRANDO CAMADAS DE ARENITOS CALCÍFEROS, NÓDULOS DE CALCITA E MARGA (FURO MA15).....              | 34 |
| FIGURA 7-1-ABRANGÊNCIA DA ÁREA PRIORITÁRIA MA-715 NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....  | 49 |
| FIGURA 8-1: MAPA DE RISCO USANDO A DIVISÃO DAS CLASSES DE RISCO COM O CRITÉRIO DAS TRÊS CLASSES COM FAIXAS DE AMPLITUDES IGUAIS. ....   | 58 |
| FIGURA 8-2: MAPA DE RISCO USANDO A DIVISÃO DAS CLASSES DE RISCO COM O CRITÉRIO DAS QUEBRAS GEOMÉTRICAS. ....  | 59 |

## **LISTAS DE EQUAÇÕES**

|                   |    |
|-------------------|----|
| EQUAÇÃO 7.1 ..... | 43 |
| EQUAÇÃO 7.2 ..... | 43 |
| EQUAÇÃO 7.3 ..... | 43 |
| EQUAÇÃO 7.4 ..... | 44 |



## 1 INTRODUÇÃO

Este documento tem por finalidade o atendimento à Recomendação nº 19/2014 da Procuradoria da República no Município de Criciúma, expedida nos autos do Inquérito Civil nº 1.33.003.000184/2012-23, encaminhada pelo Ofício PRMC/Nº712/2014-1 emitido em 13 de maio de 2014.

O documento supracitado recomenda à Fundação do Meio Ambiente (FATMA) que a concessão da Licença Ambiental Prévia (LAP) seja condicionada à complementação e retificação do EIA/RIMA, atendendo aos aspectos mencionados no Parecer Técnico nº 102/2014 – MPF/SC.

Para melhor entendimento e organização deste volume, alguns dos itens solicitados foram respondidos a seguir e os demais, por representarem temas de abordagem mais extensa, foram atendidos sob a forma de capítulos deste Complemento do Estudo de Impacto Ambiental e em seus apêndices e anexos.

### **a.1) apresentação de justificativa técnica para a delimitação da área de influência direta e da área de influência indireta do empreendimento;”**

Resposta: A justificativa técnica para a delimitação das áreas de influência direta e indireta da Mina C está apresentada no **Capítulo 2** do presente Complemento do Estudo de Impacto Ambiental.

### **“a.2) apresentação de alternativas locais para instalação dos acessos à mina, pátio operacional, unidade de beneficiamento e depósito de rejeitos;”**

Resposta: a seguir são apresentadas alternativas locais para instalação dos acessos à mina, pátio operacional, unidade de beneficiamento e depósito de rejeitos.

Alternativas locais:

**1. Lado sul da Rodovia BR-101:** esta alternativa apresentou-se inadequada, tanto no que diz respeito aos aspectos legais, quanto aos aspectos econômicos e ainda foi analisada como a alternativa que representaria maior impacto ambiental. No que tange às questões legais, seria necessária a construção de obra de engenharia, com padrões especiais, para a transposição de um ramal ferroviário e um ramal rodoviário, que seriam construídos caso a opção fosse pela implantação do pátio operacional da mina ao sul da rodovia BR-101. Estas obras demandariam projetos específicos e deveriam ser autorizadas pelo DNIT.

Além dos entraves legais, as construções de um viaduto e dos ramais ferroviário e rodoviário onerariam o projeto da Mina C, contribuindo para aumentar o impacto ambiental do empreendimento. Mesmo assim, a localização do pátio operacional não poderia se afastar muito do centro geográfico da jazida, sob pena de acrescentar entraves técnicos à adequada operação da mina.

**2. Lado norte da Rodovia BR-101:** esta alternativa corresponde à localização proposta no EIA-RIMA, com o pátio operacional localizado a uma distância aproximada de 300 metros da rodovia, usando acessos rodoviários existentes, sem necessidade de transposição da rodovia BR-101 e, conseqüentemente, da construção de um viaduto e do prolongamento dos ramais ferroviário e rodoviário até o lado sul da BR-101.

Esta alternativa se mostrou a mais adequada, por ser a de menor custo de implantação e apresentar menor impacto ambiental, além de aproximar o pátio operacional do centro geográfico da jazida.

**a.3) estudo de viabilidade da alternativa de explorar a jazida a partir da Mina Verdinho, que já está implantada e em operação, evitando-se a efetivação de novos impactos ambientais com abertura de novos acessos, pátio operacional, unidade de beneficiamento e depósito de rejeitos;**

Resposta: Não foi considerada viável esta alternativa. Ocorre que a exploração da jazida da Mina "C" a partir da Mina Verdinho apresenta uma série de entraves técnicos, econômicos e jurídicos, a seguir detalhados:

a) Entraves Técnicos:

A mina Verdinho - aberta em 1983 - operou por muitos anos com desmonte de pilares em toda sua área leste; justamente a parte limítrofe com a Mina "C", na qual não há condições de acesso, tendo em vista caimentos, água e isolamento de painéis com barreiras.

O acesso para a Mina "C" só poderia ocorrer através do extremo sul da área da Mina Verdinho, com uma distância de 5.500 metros, do atual plano inclinado desta Mina. Este acesso foi minerado com painéis de produção, não apresentando características de eixo de mina, com fator de segurança e pilar barreira exigidos.

Esta distância é muito grande para iniciar o acesso para a jazida da Mina "C", considerando, ainda, que para a lavra desta, as distâncias para norte e sul, seriam acrescidas de mais 4.000 metros, dificultando sobremaneira a logística de

suprimento de materiais, extração do ROM, bombeamento de água para tratamento, ventilação da mina e transporte de pessoal. Conclui-se, apontando que distâncias como esta não evitam a abertura de novos acessos com as devidas instalações de superfície. De outra parte, ficaria extremamente difícil adotar a técnica de back-fill, uma vez que o rejeito teria que fazer o trajeto reverso.

Outro ponto impeditivo a destacar diz respeito a estação de tratamento de efluentes, a qual teria que tratar de uma quantidade excessiva de água oriunda de áreas improdutivas e já mineradas da Mina Verdinho.

Não menos importante a considerar, é que a Mina Verdinho não tem ramal ferroviário, exigindo que o transporte do carvão ali produzido seja realizado por caminhões até o ramal no bairro São Roque, numa distância aproximada de 6km, trazendo consigo todos seus inconvenientes e que já são de conhecimento do MPF e da FATMA em situações análogas.

#### b) Entraves Econômicos:

Considerando os aspectos técnicos mencionados no item anterior, podemos afirmar que apenas as instalações denominadas "beneficiamento" e "plano inclinado" seriam evitados no empreendimento.

No entanto, necessário frisar que para a utilização das instalações da área superficial da Mina Verdinho, teríamos que adquiri-la, dependendo recursos financeiros que não estão avaliados neste momento e tampouco justifica a sua aquisição. Somem-se a isto, os gastos adicionais colocados ao longo da vida útil do empreendimento, que é de 18 anos podendo ir a 25 anos, os quais não compensam o investimento necessário à sua aquisição.

#### c) Entraves Jurídicos:

A Mina Verdinho é titularizada por empresa distinta do empreendedor do projeto Mina C. A exploração da jazida da Mina C a partir da Mina Verdinho dependeria, portanto, de uma complexa negociação acerca da utilização das estruturas existentes, sem qualquer meio de impor ao titular da Mina Verdinho a obrigação de permitir o uso de seu patrimônio. Poder-se-ia cogitar da instituição de servidões minerárias para tal fim (artigos 59 e seguintes do Código de Mineração), mas o processo judicial de arbitramento da indenização (art. 60, § 1º) certamente seria longo e difícil, pois não se limitaria a avaliar os terrenos ocupados e os prejuízos resultantes dessa ocupação, mas sim toda a estrutura instalada e em utilização pela Mina Verdinho. Além disso, não há qualquer garantia de que o empreendimento Mina Verdinho seja paralisado futuramente ou que não tenha uso futuro diverso projetado pelo seu atual titular.

**“a.4) indicação precisa dos locais onde se pretende promover a lavra com recuperação dos pilares, com estudo detalhado das condições ambientais destas áreas, ou, alternativamente, a menção expressa de que a lavra com recuperação de pilares dependerá de estudo ambiental posterior, condicionado a prévio licenciamento ambiental específico;”**

Resposta: O estudo da localização das áreas onde se pretende realizar a lavra com recuperação de pilares, bem como as condições ambientais da superfície e os possíveis impactos ambientais causados são detalhados no **Capítulo 3** deste Complemento no Estudo Impacto Ambiental.

**“a.5) em consonância com a sentença proferida na Ação Civil Pública nº 0000022-79.2010.404.7204, previsão de lavra exclusivamente com minerador contínuo, sendo que o uso de explosivos poderá ser excepcionalmente admitido para travessia de falhas, mediante prévia e motivada decisão do DNPM, comunicados o MPF e a FATMA;”**

Resposta: O empreendedor entende que a sentença proferida na Ação Civil Pública nº 0000022-79.2010.404.7204 (4ª Vara Federal de Criciúma) não impõe o uso “exclusivo” de mineradores contínuos como método de desmonte da camada de carvão. Transcreve-se a parte dispositiva da sentença:

“Ante o exposto, rejeito as preliminares apresentadas e JULGO PROCEDENTE EM PARTE o pedido sucessivo formulado pelo autor, nos termos do artigo 267, inciso I, do Código de Processo Civil, para:[...]”

e) CONDENAR o DNPM e a FATMA a exigirem que as empresas mineradoras de carvão em subsolo, no desenvolvimento da lavra, utilizem preferencialmente minerador contínuo ou outro método de desmonte mecânico, sem uso de explosivos; o uso de minerador contínuo deve ser obrigatório, além das hipóteses já objeto de acordo (lavra no subsolo de áreas urbanas habitadas e minas com baixa cobertura, a critério do DNPM), nos seguintes casos:

e.1) minas que receberam licença ambiental sob a condição de uso de minerador contínuo;

e.2) sempre que as condições da área a ser minerada assim exigirem;

e.3) dentre as minas atualmente em operação, respeitando as situações excepcionais deduzidas nos acordos homologados, as seguintes: CARBONÍFERA BELLUNO LTDA.: Mina Lauro Müller; CARBONÍFERA CATARINENSE LTDA.: travessia da

área urbana do distrito de Guatá, município de Laudo Müller; CARBONÍFERA CRICIÚMA S/A: travessia do bairro Ouro Negro e de outras regiões urbanas do município de Forquilha; COOPERMINAS: Mina João Sônego; INDÚSTRIA CARBONÍFERA RIO DESERTO LTDA.: Mina Novo Horizonte, Mina 101 e Mina Cruz de Malta; MINAGEO: Mina Irapuá Norte; nos casos em que é obrigatório o uso de minerador contínuo ou outro método de desmonte mecânico, sem uso de explosivos, o DNPM, mediante decisão fundamentada, poderá, excepcionalmente, autorizar o uso controlado de explosivos em situações em que, comprovadamente, não seja viável o desmonte mecânico, comunicando a decisão à FATMA e ao MPF;

f) CONDENAR as empresas réas a atenderem as exigências do DNPM e da FATMA, referentes ao uso de minerador contínuo ou outro método de desmonte mecânico, sem uso de explosivos, conforme referido no item 'e', acima;

Como se vê, as hipóteses de uso obrigatório do minerador contínuo são aquelas descritas ao final da alínea "e" do dispositivo da sentença, ou seja, lavra no subsolo de áreas urbanas habitadas e minas com baixa cobertura, minas que receberam licença ambiental sob a condição de uso de minerador contínuo, minas com áreas cujas condições peculiares exijam o uso do minerador, e algumas minas citadas na alínea e.3. Nenhuma dessas hipóteses se apresenta no projeto da Mina C.

A sentença referida tornou preferencial (foi esse o termo usado na decisão), mas não obrigatório ou exclusivo, o método do minerador contínuo. Assim, abre-se a possibilidade do uso de explosivos, seja isoladamente ou em conjunto com o uso de mineradores. Aliás, a flexibilização do comando judicial é sublinhada pela expressa previsão de que, mesmo nos casos em que for obrigatório o uso de minerador contínuo ou outro método de desmonte mecânico, sem uso de explosivos, o DNPM, mediante decisão fundamentada, poderá, excepcionalmente, autorizar o uso controlado de explosivos em situações em que, comprovadamente, não seja viável o desmonte mecânico, comunicando a decisão à FATMA e ao MPF.

Assim, não é correto exigir, de antemão, o uso exclusivo de mineradores contínuos, nem restringir o uso de explosivos apenas às travessias de falhas, pois podem ocorrer inúmeras outras situações a justificar o desmonte por explosivos.

**“a.6) em relação ao depósito de rejeitos, previsão de: camada de impermeabilização de fundo, com argila compactada; camadas de impermeabilização intermediárias, após cada bancada, também com argila compactada; definição do índice de permeabilidade a ser atingido; indicação das jazidas que disponibilizarão argila para impermeabilização de fundo, intermediárias e de topo; detalhamento dos aspectos construtivos;”**

Resposta: O projeto do depósito de rejeitos está apresentado no **Apêndice I** deste Complemento do Estudo Impacto Ambiental.

**“a.7) definição da capacidade correta da estação de tratamento de efluentes (ETE), pois no EIA/RIMA é afirmado que a geração de drenagem ácida de mina (DAM) chegará a 360m<sup>3</sup>/hora, mas é dito que a ETE terá capacidade para tratar apenas 60m<sup>3</sup>/hora ou 150m<sup>3</sup>/hora, dependendo do trecho do EIA/RIMA que se lê;”**

Resposta: O projeto da estação de tratamento de efluentes (ETE), com capacidade para tratamento de todo o efluente a ser gerado pela Mina C, está detalhado no **Apêndice II** do presente Complemento do Estudo de Impacto Ambiental.

**“a.8) definição de uma rede de monitoramento de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, estes englobando os aquíferos freático e profundos, sendo que o efetivo monitoramento deve iniciar no mínimo um ano hidrológico antes do início da implantação do empreendimento;”**

Resposta: No presente Complemento do Estudo de Impacto Ambiental, **Capítulo 6**, é apresentado o Plano de Monitoramento Hídrico, com indicação dos parâmetros a serem medidos e periodicidade das coletas, o qual se julga suficiente para assegurar o conhecimento detalhado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

**“a.9) apresentação de proposta de medida compensatória em favor do Parque Natural Municipal de Maracajá, que é unidade de conservação de proteção integral mais próxima e que conserva o mais importante remanescente de Mata Atlântica na região do empreendimento;”**

Resposta: No **Capítulo 7** do presente Complemento do Estudo de Impacto Ambiental, é apresentada proposta de medida compensatória em favor do Parque Natural Municipal de Maracajá, nos termos dos artigos 36 da Lei nº 9.985/2000 e 161 da Lei Estadual nº 14.675/2009 (Código Estadual do Meio Ambiente).

**“a.10) apresentação de cálculo do valor da compensação ambiental (CA), conforme art. 31-A do Decreto nº 4.340/2002;”**

Resposta: Neste Complemento do Estudo de Impacto Ambiental, **Capítulo 7**, apresenta-se o cálculo da compensação ambiental, conforme artigo 31-A do Decreto 4.340, de 22 de agosto de 2002, com redação dada pelo Decreto nº 6.848 de 14 de maio de 2009, da Presidência da República.

**“a.11) definição de que o transporte do carvão se fará apenas por ferrovia ou por acesso rodoviário direto à BR 101, sem trânsito pelas comunidades;”**

Resposta: O empreendedor está envidando todos os esforços no sentido de ter o ramal ferroviário concluído e em operação por ocasião do início da produção (estimada para meados de 2017). Está em tramitação junto ao DNIT em Brasília o projeto do Ramal Ferroviário, encaminhado pela FTC (Ferrovia Teresa Cristina) concessionária da ferrovia que liga Imbituba à região carbonífera de Santa Catarina.

Caso a implantação do ramal ferroviário não aconteça em tempo hábil, o transporte dos produtos será feito pela rodovia BR-101, construindo-se acesso rodoviário específico, tendo em vista a proximidade do empreendimento à esta federal.

**“a.12) apresentação de mapa de risco, segundo Termo de Referência homologado na Ação Civil Pública nº 0000022-79.2010.404.7204;”**

Resposta: No **Capítulo 8** do presente Complemento do Estudo de Impacto Ambiental são apresentados novos mapas de risco, elaborados em consonância com o Termo de Referência homologado na Ação Civil Pública nº 0000022-79.2010.404.7204.

“b) realização de novas audiências públicas, na localidade de Sangão Madalena, município de Maracajá, e na cidade de Araranguá, para apresentação e discussão do EIA/RIMA revisado, que atenda todos os itens acima referidos.”

Resposta: Serão realizadas novas audiências, em locais a serem definidos de comum acordo com a FATMA, nos termos do art. 30 do Decreto Estadual nº 2.955/2010. Assim que estabelecidas as datas e os locais das novas audiências públicas, haverá ampla publicidade, conforme determina a legislação vigente, garantindo a participação da comunidade no processo de licenciamento ambiental da Mina C.



## 2 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

### 2.1 Metodologia do Estudo

A delimitação das áreas de estudo está relacionada com a identificação dos espaços sujeitos às influências dos impactos potenciais associados a um empreendimento modificador do meio ambiente. Em função disto, a tarefa de delimitação dessas áreas demanda o conhecimento preliminar do tipo e da natureza do empreendimento projetado, de modo a permitir a identificação das ações que afetam significativamente os componentes ambientais físicos, bióticos e socioeconômicos durante sua implantação e operação.

As áreas de influência de um empreendimento são definidas como o espaço suscetível de sofrer alterações como consequência da sua implantação, manutenção e operação ao longo de sua vida útil. A definição de área de influência compõe um dos itens do EIA conforme determina a Resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

Dessa forma, a identificação das áreas de estudo orienta, em primeiro lugar, a fase do diagnóstico ambiental, servindo, portanto, para delimitar o universo de trabalho de todas as disciplinas envolvidas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Em segundo lugar, as áreas estudadas permitem a averiguação da abrangência espacial dos efeitos adversos ou benéficos associados ao empreendimento.

Nesse sentido, a delimitação das áreas de estudo pode ser ratificada ou reajustada quando da verificação da abrangência espacial dos impactos ambientais de um empreendimento, em conformidade com os resultados alcançados no diagnóstico e prognóstico ambientais. Em decorrência desses resultados, tem-se a configuração final dos limites da área geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos por ele provocados.

Para a definição e delimitação das áreas de influência do empreendimento foram consideradas as possíveis interações entre o empreendimento e os meios físico, biótico e socioeconômico, e vice-versa. Essas áreas foram estabelecidas no EIA, em uma primeira etapa de trabalho, a partir dos dados disponíveis, aqui se incluindo a caracterização do empreendimento elaborada com base nos estudos que enfocaram o local da implantação do empreendimento de lavra e a bacia hidrográfica na qual está inserido. Além disso, foram adotados, como referenciais legais, os critérios técnicos estabelecidos nas resoluções CONAMA 001/1986 e CONAMA 302/2002.

O diagnóstico ambiental da área de estudo foi elaborado a partir de dados e informações confiáveis, provenientes de instituições públicas e privadas, literatura científica relativa às áreas próximas e de levantamentos de campo realizados por profissionais de comprovada experiência em suas respectivas áreas de atuação. Os dados cartográficos e as referências bibliográficas foram selecionados criteriosamente para que fosse produzido um retrato fiel e objetivo da realidade encontrada na área de estudo.

Em uma segunda etapa do processo de definição das áreas de influência do empreendimento, os limites preliminarmente estabelecidos foram revisitados, procedendo-se os devidos ajustes à luz dos resultados e conclusões dos estudos

diagnósticos temáticos, do diagnóstico e do prognóstico ambientais integrados e, em especial, daqueles advindos da identificação, caracterização e avaliação dos impactos gerados pela ampliação da área de lavra em pauta.

O EIA/RIMA foi estruturado de modo a atender à legislação, em especial aos princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, além das diretrizes gerais estabelecidas pela Resolução CONAMA 001/1986. Em nível estadual o EIA/RIMA atende ao disposto na Resolução CONSEMA 001/2006, que apresenta a listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental.

De acordo com o exposto na Resolução CONAMA 001/1986, o estudo deve abordar os limites da área a ser direta ou indiretamente afetada por impactos do projeto, sejam eles permanentes ou temporários. Nestas áreas são introduzidas pelo empreendimento elementos que afetam as relações físicas, físico-químicas, biológicas e sociais do ambiente (CARVALHO, 2009).

Assim, como os impactos causam efeitos com abrangências distintas nos meios físico, biótico e socioeconômico, foram consideradas duas unidades espaciais distintas de análise: Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII).

Para melhor exemplificar a dimensão destas duas áreas, pode ser observada a Figura 2-1.



Figura 2-1 - Áreas de Influência.  
Fonte: do autor.

A seguir são apresentados os limites e critérios adotados no presente estudo, para a definição das áreas de influência do empreendimento.

## **2.2 Área De Influência Direta (AID)**

A Área de Influência Direta (AID) é a área geográfica diretamente afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento/projeto e corresponde ao espaço territorial contíguo e, nessa condição, sofrerá impactos tanto positivos quanto negativos. Tais impactos devem ser mitigados, compensados ou potencializados (se positivos) pelo empreendedor. Os impactos e efeitos são induzidos pela existência do empreendimento e não como consequência de uma atividade específica do mesmo.

Observa-se na AID abrangência dos impactos que incidam ou venham a incidir de forma direta sobre os recursos ambientais, modificando a sua qualidade ou diminuindo seu potencial de conservação ou aproveitamento, além da rede de relações sociais, econômicas e culturais a ser afetada durante todas as fases do empreendimento, sendo estas questões consideradas para a sua delimitação. Devem ser contemplados, ainda, trechos à jusante e à montante dos corpos hídricos que venham ou possam vir a ser afetados pela implantação e operação do empreendimento, sedes e comunidades existentes nos municípios abrangidos pelo empreendimento e os espaços de referência necessários à manutenção das atividades humanas ali identificadas.

A AID corresponde à área necessária para a implantação do empreendimento, incluindo suas estruturas de apoio, vias de acesso privativo que precisarão ser construídas, ampliadas ou reformadas, bem como todas as demais operações unitárias associadas exclusivamente à infraestrutura do projeto, ou seja, de uso privativo do empreendimento. Além das instalações em superfície, deve ser considerada como área necessária à implantação do empreendimento a totalidade da área minerável em subsolo, conforme previsto no PTM elaborado, e aquelas passíveis de lavra em eventuais ampliações que o projeto possa comportar.

Desta forma, a AID do diagnóstico ambiental para os meios físico e biótico foi delimitada pela poligonal do processo DNPM 815.707/2004, onde será desenvolvida a atividade de lavra, como também ficará localizada a unidade de beneficiamento, o depósito de rejeitos e todas as demais instalações de apoio.

A área prevista para implantação do pátio operacional do empreendimento está localizada no bairro Sangão Madalena, no logradouro denominado pelos moradores locais de Estrada Geral Sangão Madalena. Neste local específico da futura instalação do pátio operacional da unidade mineira, as águas direcionam-se naturalmente para o rio Sangão. Como pode ser observado na Figura 2-2, na porção sudeste da área de estudo as águas superficiais direcionam-se para sudoeste, até o rio dos Porcos, afluente da margem esquerda do rio Araranguá. Na parte noroeste do polígono há a confluência dos rios Sangão e Mãe Luzia, este um dos principais formadores do rio Araranguá.

O rio Mãe Luzia possui uma bacia de drenagem que abrange grande parte da Bacia Carbonífera do Sul de Santa Catarina. Tendo como afluentes principais os rios Manuel Alves, Sangão, do Cedro, Guarapari/São Bento, Jordão, Manim, Pio e Fiorita. Apresenta um típico padrão de canal meândrico, sujeito às variações locais ao longo do perfil longitudinal do canal.

Para a delimitação da Área de Influência Direta (AID), quanto aos meios físico e biótico, foram levados em consideração os possíveis impactos ambientais que podem ocorrer:

➤ **Meio Biótico**

Flora: os serviços de terraplenagem de corte e aterro para construção das instalações de superfície necessariamente suprimem a vegetação de cobertura do terreno, embora esta não seja significativa na questão de porte, é suficiente para evitar erosões no terreno. Além disso, a supressão da vegetação acarretará a redução da biodiversidade local.

Fauna: com a supressão de vegetação, movimentação de solo, presença de homens e máquinas, a fauna local se deslocará para ambientes mais seguros, afastando-se provisória ou definitivamente da área.

➤ **Meio Físico**

Escoamento superficial: consideram-se as vazões de escoamento dos cursos d'água e o coeficiente "runoff" de escoamento superficial sobre o solo, ou seja, o regime de escoamento das águas superficiais na área de influência. Com a alteração da topografia original, os sentidos do fluxo de escoamento superficial e as vazões serão modificados.

Qualidade da água superficial: refere-se às características físico-químicas e biológicas da água. Também são considerados os usos atuais e potenciais da água. As atividades de beneficiamento e deposição de rejeitos estão sujeitas a riscos de vazamentos que podem contaminar os recursos hídricos superficiais, bem como às infiltrações de água no subsolo. Além disso, o pátio de manobras em superfície, a pilha de ROM e o transporte deste ao lavador também são atividades potencialmente contaminantes dos recursos hídricos devido ao arraste de partículas e aporte de águas ácidas às drenagens naturais.

Qualidade do solo: refere-se à textura, cor, permeabilidade, pH, conteúdo orgânico e conteúdo inorgânico do solo. Poderá ser alterada em função da deposição de rejeitos, da supressão da vegetação, do tráfego de máquinas e caminhões, de subsidências, da alteração da qualidade ou vazão de recursos hídricos, resultando em perda da produtividade agrícola do mesmo.

Rebaixamento do lençol freático: a abertura de galerias na mina, com eventual transposição de falhas de alta condutividade hidráulica que estejam conectadas à superfície, ou a ocorrência de rupturas dos maciços superiores podem provocar o rebaixamento do aquífero freático. Como consequência desse impacto há o risco potencial de ocorrer o rebaixamento de poços e açudes e o desaparecimento de nascentes mapeadas no diagnóstico ambiental.

Qualidade do ar: refere-se às características físico-químicas do ar, como concentração de material particulado e substâncias gasosas diversas (monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, compostos de enxofre, entre outros). A qualidade do ar é alterada pela movimentação de máquinas e caminhões gerando poeiras em superfície, a ventilação da mina (exaustão do ar do subsolo) que traz à superfície um volume considerável de poeiras e gases provenientes das detonações e dos equipamentos de mineração.

Emissão de ruídos: os ruídos são definidos segundo alguns parâmetros: como intensidade, duração e frequência de repetição. A movimentação de máquinas, veículos e equipamentos, os ruídos dos equipamentos de beneficiamento e do exaustor da mina provocam ruídos que têm consequências na população vizinha e



na fauna, constituindo fatores que alteram a tranquilidade dos moradores locais e da fauna silvestre.

Vibrações no solo e edificações: as vibrações no solo são geradas durante as detonações de explosivos para o desmonte de rochas. São representadas pela fração da energia liberada pelos explosivos na detonação, transmitida ao maciço rochoso e não absorvida na realização de trabalho útil (quebra da rocha), provocando perturbações que se manifestam pela movimentação das partículas constituintes do maciço em torno de sua posição de equilíbrio. Esta movimentação será tão acentuada quanto maior a intensidade da perturbação, dentro dos limites elásticos do meio.

Assim, o meio físico engloba os aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, pedológicos, hidrológicos, aptidão agrícola e potencial erosivo dos solos, e da qualidade e sensibilidade ambiental do entorno do empreendimento. Por sua vez o meio biótico envolve os aspectos biológicos existentes no entorno, configurados como a cobertura vegetal (flora), a fauna, os ecossistemas e suas interconexões.

Considerando-se a complexidade destas variáveis, a sua interdependência e também a sua dependência em relação à qualidade ambiental e aos aspectos do meio físico, o potencial alcance da repercussão dos impactos diretos no meio biótico são semelhantes e dependentes dos mesmos no meio físico.



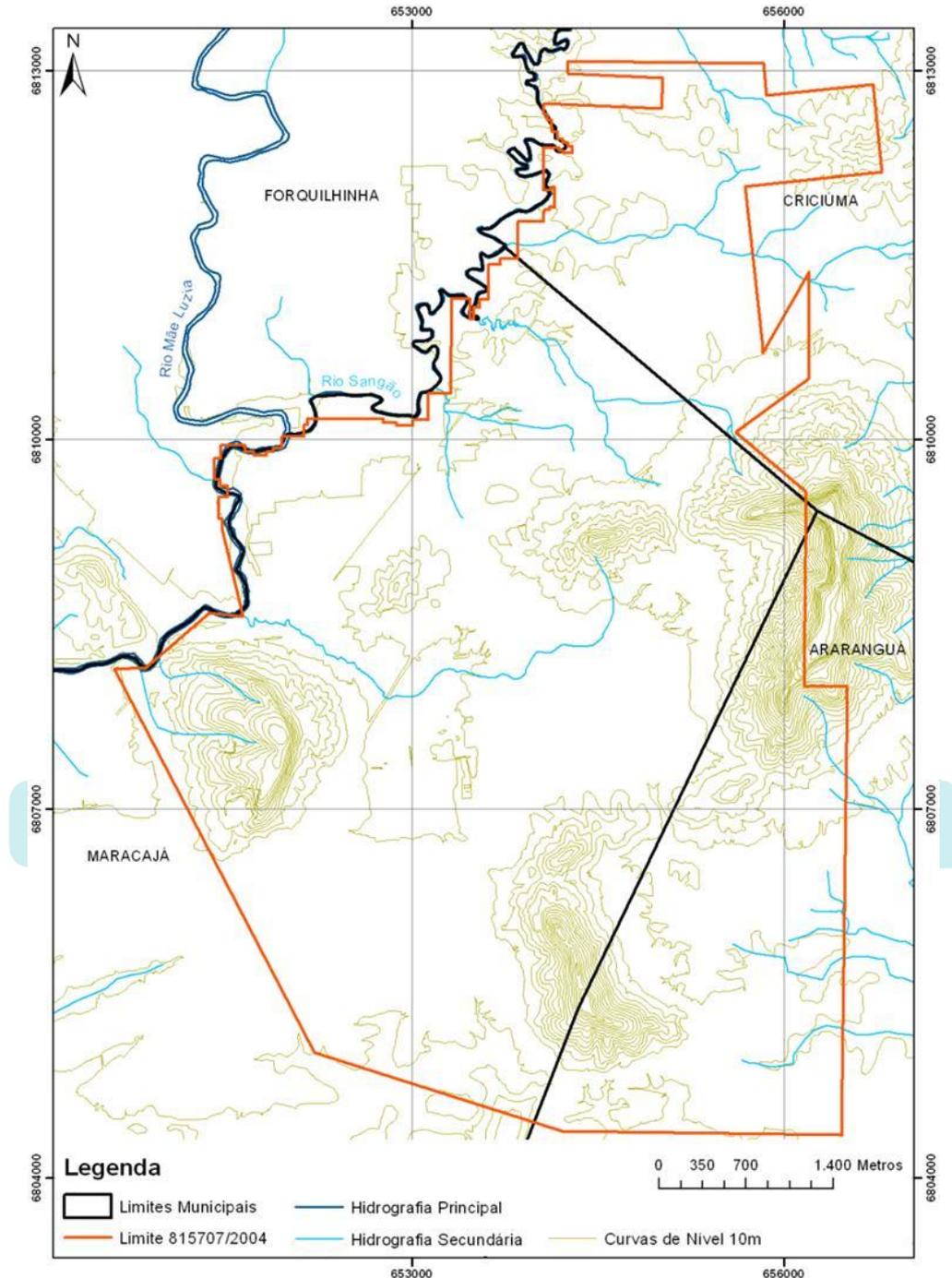


Figura 2-2 - Área de Influência Direta (AID): Meio Físico e Biótico (destacado em laranja a poligonal do processo DNPM 815.707/2004).

Fonte: do autor.

Quanto ao meio socioeconômico foi considerada como AID a área territorial do município de Maracajá, uma vez que será a principal área afetada pelos impactos da implantação, operação e desativação do empreendimento e cuja formação espacial, histórico de expansão urbana, aspectos da percepção audiovisual e memória cultural da população estarão ligados à atividade mineradora.



Figura 2-3 - Área de Influência Direta (AID): Meio Socioeconômico (destacado em vermelho: o município de Maracajá/SC).

Fonte: Google Earth modificada pelo autor.

O município de Maracajá insere-se totalmente na Bacia Hidrográfica do rio Araranguá, como também, o polígono que corresponde o processo DNPM 815.707/2004.

### **2.3 Área de influência Indireta (AII)**

A Área de Influência Indireta deve sempre abranger um território que é afetado pelo empreendimento, mas no qual os impactos e efeitos decorrentes deste são considerados menos significativos do que nos territórios da outra área de influência (AID). Nessa área tem-se o objetivo analítico de propiciar uma avaliação da inserção regional do empreendimento. Sua delimitação circunscreve a AID e os critérios adotados para a definição de seu limite devem ser claramente apresentados e justificados tecnicamente, podendo variar em função do meio em análise.

No presente estudo, para a determinação da Área de Influência Indireta do meio físico e biótico, foram levadas em consideração as regiões hidrográficas que abrangem a parcela desde a área do empreendimento até a foz do Rio Araranguá.

A AII do diagnóstico ambiental do meio físico e biótico foi delimitada pelas áreas de abrangência das microbacias contribuintes da sub-bacia do rio Mãe Luzia, como



também, da sub-bacia do rio dos Porcos e da sub-bacia do rio Araranguá, pertencentes à Bacia Hidrográfica do rio Araranguá, localizada na Região Hidrográfica 10 (RH 10 - Extremo Sul Catarinense) de Santa Catarina.

O meio físico engloba os aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, pedológicos, hidrológicos, aptidão agrícola e potencial erosivo dos solos e de qualidade e sensibilidade ambiental do entorno do empreendimento. Considerando-se esta complexidade de variáveis e o potencial alcance da repercussão dos impactos diretos neste âmbito, como AII do meio físico foram definidas as microbacias mostradas na Figura 2-4. Este limite permite abranger as alterações potenciais a decorrerem dos impactos diretos provocados pelo empreendimento.

Como descrito anteriormente, o meio biótico envolve os aspectos biológicos existentes no entorno, configurados como a cobertura vegetal (flora), a fauna, os ecossistemas e suas interconexões. Considerando-se a complexidade destas variáveis, a sua interdependência e também a sua dependência da qualidade ambiental e dos aspectos do meio físico, o potencial alcance da repercussão dos impactos diretos no meio biótico são semelhantes e dependentes daqueles que ocorrem no meio físico.



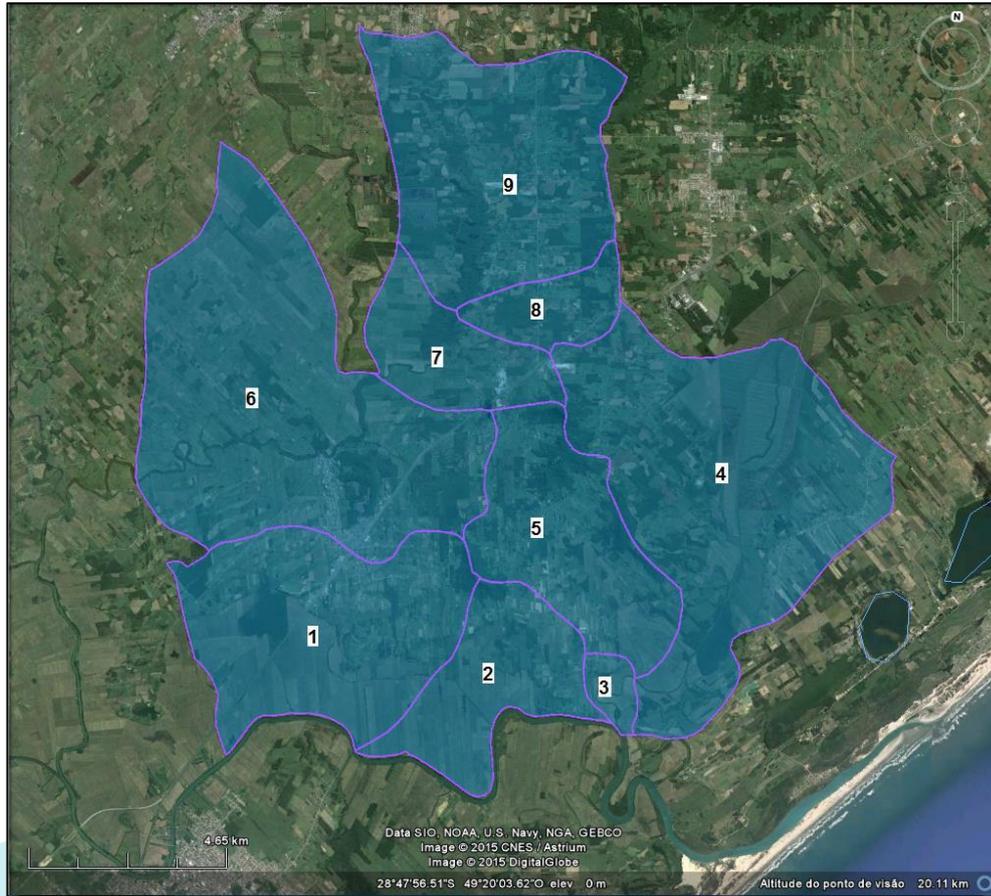


Figura 2-4 - Área de Influência Indireta (All): Meio Físico e Biótico (destacada em roxo as Microbacias).

- Legenda: **1** - Microbacia do Rio Araranguá (FID 2315);  
**2** - Microbacia do Rio Araranguá (FID 2319);  
**3** - Microbacia do Rio dos Porcos (FID 2310);  
**4** - Microbacia do Rio dos Porcos (FID 2308);  
**5** - Microbacia dos Porcos (FID 2309);  
**6** - Microbacia do rio Mãe Luzia (2313);  
**7** - Microbacia do Rio Mãe Luzia (2314);  
**8** - Microbacia da Sanga Encantada (FID 2317);  
**9** - Microbacia do Rio Sangão (FID 2311).

Fonte: Google Earth modificada pelo autor.

Estima-se que nesta região possam ocorrer efeitos indiretos ou secundários resultantes das ações de implantação, operação e desativação das futuras atividades de extração mineral, incluindo as vias de acesso, o beneficiamento do minério, a operação e a manutenção do depósito de rejeitos, o transporte do carvão beneficiado e demais procedimentos de apoio. Os efeitos mais significativos neste âmbito podem se concentrar especialmente no que diz respeito à qualidade das águas, com impactos no meio físico e no meio biótico, justificando-se sua abrangência a todas as microbacias relacionadas neste estudo como pertencentes à All.

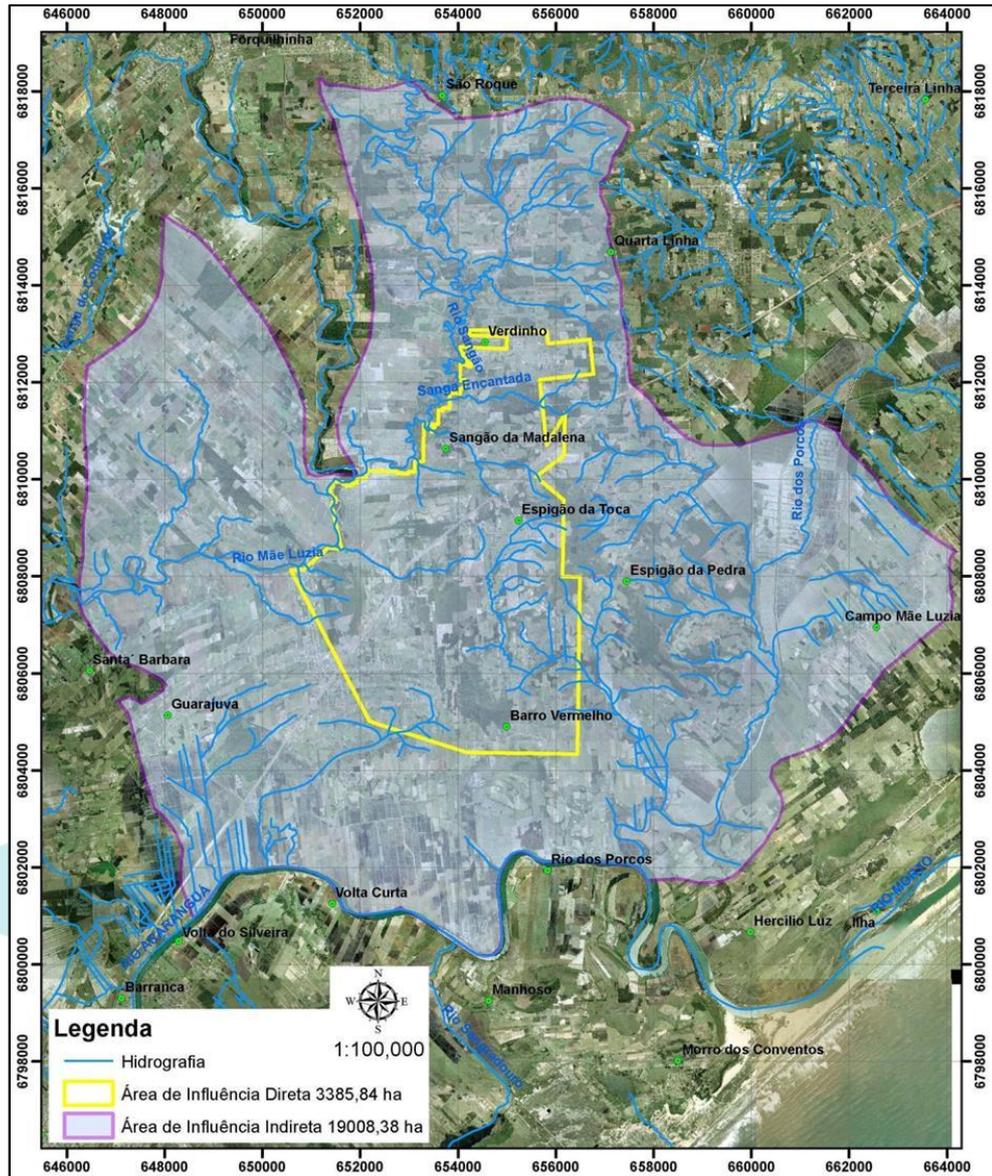


Figura 2-5 - Área de Influência Direta (AID): Meio Físico, Biótico (destacada em amarelo).  
Área de Influência Indireta (AII): Meio Físico e Biótico (destacada em roxo).  
Fonte: do autor.

O meio antrópico absorve todos os aspectos socioeconômicos da região, desde os sistemas de produção até as características culturais e históricas das comunidades humanas que vivem, trabalham ou circulam no entorno do empreendimento.

Devido à complexidade de fatores que potencialmente impactarão indiretamente o meio socioeconômico, a AII deste meio foi definida como a área integral destes municípios. Desta forma, quanto ao meio socioeconômico, a AII foi limitada aos municípios de Maracajá, Criciúma e Araranguá, uma vez que a formação sócioespacial e o desenvolvimento econômico destes municípios serão influenciados pela conjuntura do empreendimento, como também pelos impactos benéficos, tais como o aumento das ofertas de empregos, aumento da arrecadação fiscal, aumento da massa salarial em circulação, entre outros.

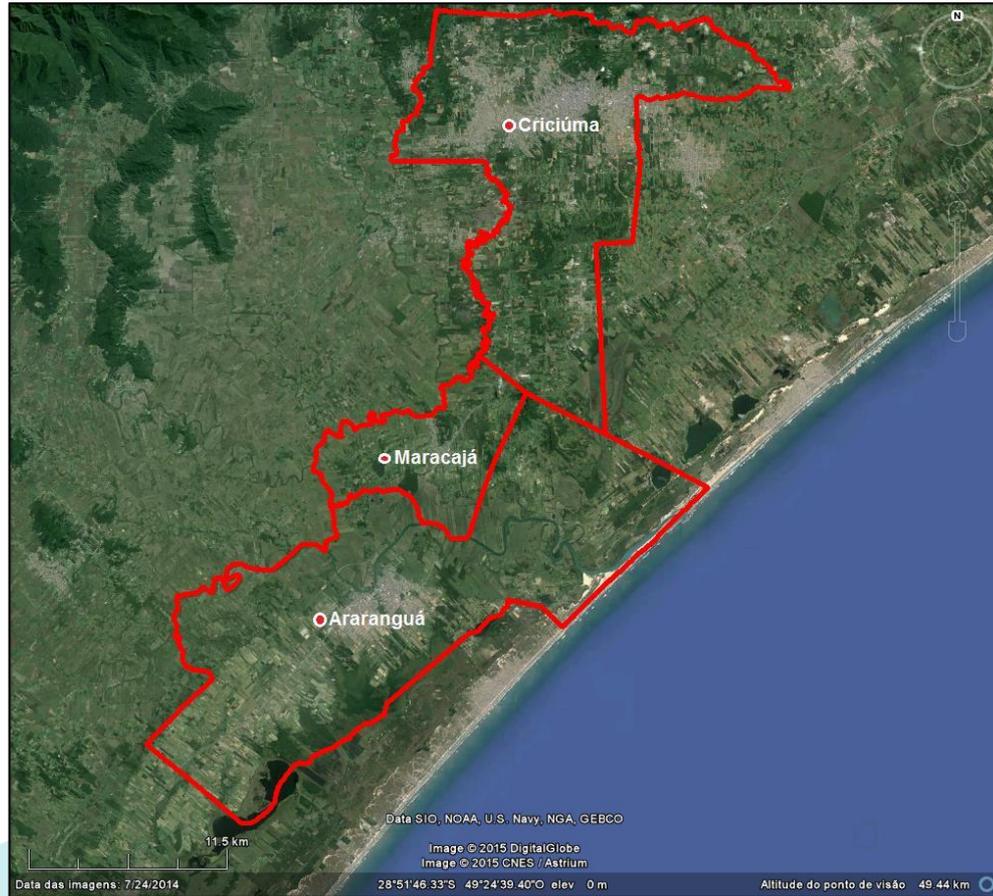
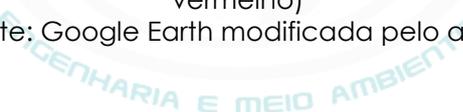


Figura 2-6 - Área de Influência Indireta (AII): Meio Socioeconômico (destacados em vermelho)

Fonte: Google Earth modificada pelo autor.



### 3 RECUPERAÇÃO DE PILARES

#### 3.1 Locais onde se pretende promover a lavra com recuperação de pilares

A lavra com recuperação de pilares apresenta por objetivo incrementar a reserva lavrável, contribuindo para um melhor aproveitamento das reservas minerais existentes na área do projeto, o que resultará na ampliação da vida útil da mina.

De forma a viabilizar o desmonte de pilares pretende-se utilizar o método denominado *backfill*. Este método consiste na utilização dos rejeitos do beneficiamento do carvão que retornarão ao subsolo, preenchendo as galerias laterais aos pilares, possibilitando a recuperação concomitante dos mesmos.

Dentre as vantagens de utilização desta tecnologia de preenchimento em minas de carvão em subsolo pode-se citar: a) redução significativa de depósito de rejeitos em superfície; b) confinamento de pilares evitando perda de área com quedas progressivas de laterais; c) minimização dos riscos e efeitos de subsidência em superfície aumentando a estabilidade em subsolo e d) aumento das taxas de extração de carvão (HEEMANN, COSTA, 2008).

O Quadro 3-1 elenca os principais benefícios e custos/riscos provenientes do processo de *backfill*.

Quadro 3-2: Principais benefícios e custos e riscos provenientes do *backfill*.

| Benefícios   | Custos & Riscos   |
|--|---|
| <p><u>Econômicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitem aumentar as taxas de extração de minérios;</li> <li>• Reduzem a diluição;</li> <li>• Auxiliam a recuperação de pilares.</li> </ul> | <p><u>Econômicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maiores custos se o <i>backfill</i> utilizar agregantes;</li> <li>• Atrasos no ciclo operacional da mina;</li> <li>• Mão-de-obra e estrutura adicionais;</li> <li>• Custos adicionais de drenagem;</li> <li>• Diluição devido ao <i>backfill</i>.</li> </ul> |
| <p><u>Segurança:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoram a estabilidade regional da mina;</li> <li>• Podem reduzir riscos de caimentos.</li> </ul>   | <p><u>Segurança:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riscos devido à quebra de barreiras e liquefação dos rejeitos;</li> <li>• Risco devido ao colapso das paredes consolidadas do <i>backfill</i>.</li> </ul>   |
| <p><u>Meio Ambiente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispõem resíduos em subsolo minimizando os distúrbios em superfície.</li> </ul>  | <p><u>Meio Ambiente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risco de contaminação de água subterrânea.</li> </ul>   |

Fonte: Heeman e Costa (2008) modificado de MiningLife (2007).

Os locais onde se pretende promover a lavra com desmonte de pilares estão ilustrados no Apêndice III, Mapa Desmonte de Pilares – Projeto de Lavra.

Antes do início do desmonte dos pilares, em cada área prevista no projeto, deverá ser realizado levantamento detalhado com cadastramento de todas as construções existentes em superfície, incluindo diagnóstico técnico de suas

condições estruturais, acompanhado de relatório fotográfico. Estes levantamentos darão origem a um relatório que será encaminhado ao Ministério Público Federal, à Fundação do Meio Ambiente – FATMA, ao órgão público municipal, quando existir, e à associação de moradores de cada comunidade envolvida.

Nas áreas de desmonte de pilares a empresa deverá, ainda, implantar uma malha de monitoramento do nível da superfície, composta de marcos georreferenciados, instalados nas proximidades das construções, tubulações de distribuição de água, redes de energia elétrica, recursos hídricos superficiais, estradas, entre outros.

### **3.2 Estudo das Condições Ambientais**

De acordo com o Mapa de Uso do Solo no Apêndice IV, as áreas previstas para lavra com recuperação de pilares possuem em sua superfície principalmente cultivos (silvicultura rizicultura e cultivos diversos) e áreas de pastagens.

Ressalta-se, conforme o Diagnóstico Ambiental, que a maior parte do polígono limite do processo fica fora do perímetro urbano, de acordo com os dados dos municípios. Os cultivos realizados na área de influência direta são: milho, fumo, mandioca, batata e feijão. Há poucas edificações sobre a área onde se pretende realizar a recuperação dos pilares.

Atualmente a vegetação da região apresenta-se descaracterizada sendo constituída por pequenos remanescentes de vegetação secundária resultantes de processos de fragmentação. Este processo de redução e isolamento da vegetação natural tem consequências sobre a estrutura e os processos das comunidades vegetais. Além da evidente redução na área original dos habitats, estudos relatam extinções locais e alterações na composição e abundância de espécies que levam à alteração, ou mesmo a perda, dos processos naturais das comunidades (SCARIOT et al., 2003).

A vegetação encontrada na região sul do estado de Santa Catarina é classificada como Floresta Ombrófila Densa e está inserida dentro do Bioma Mata Atlântica (TEXEIRA et al., 1986). Originalmente, esta formação florestal caracterizava-se por apresentar árvores de grande porte, aproximadamente 25 m, e possuir submata composta por plântulas de regeneração natural, além da presença de palmeiras de pequeno porte e de lianas herbáceas em maior quantidade (IBGE, 1992).

Com relação à vegetação, arbóreas nativa e exótica, apresentam-se em extensas faixas em toda área mapeada sendo os eucaliptos bastante presentes e utilizados na produção de lenha. As pastagens se estendem a partir das vias onde se localizam as residências rurais e no entorno do bairro Verdinho.

Em se tratando dos recursos hídricos, a área esta inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Esta bacia é considerada como um dos pontos críticos no Estado em relação a disponibilidade hídrica e qualidade das águas, sendo que 2/3 dos rios estão poluídos (KREBS, 2000).

Foram cadastradas 177 nascentes no estudo hidrogeológico da área, porém, de acordo com o Mapa de Uso do Solo, nenhuma destas nascentes está inserida nas áreas de recuperação de pilares.

Dentro da poligonal não foi verificada a presença de Unidades de Conservação, no entanto, próximo a uma distância de 1,5 km do quadrante sudoeste do limite da concessão é encontrado o Parque Ecológico Municipal Maracajá. Em relação à área de influência direta, que se constitui no local do empreendimento a distância é de 5,5 km.

### **3.3 Levantamento e Análise dos Impactos Ambientais**

De acordo com o Artigo 1º da Resolução CONAMA 001/2006 impacto ambiental pode ser entendido como: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.”

Na lavra em subsolo, os impactos ambientais não são tão visíveis quanto quando a lavra ocorre a céu aberto, porém no ponto de vista ambiental não são menos significativos. Os principais impactos estão associados à eventuais subsidências do terreno, rebaixamento do lençol freático, alterações na qualidade dos recursos hídricos, geração de gases e vibrações.

Considerando a utilização do processo de *backfill*, há uma redução significativa na possibilidade de ocorrência de subsidência (ou mesmo ocorrência improvável), principalmente em função do preenchimento exercer a função de pilar de sustentação dos pacotes de cobertura.

Os resíduos provenientes da extração e beneficiamento também são reaproveitados com o processo, sendo assim há uma diminuição significativa nos impactos causados pela deposição dos resíduos em depósitos de rejeitos.

Com relação à qualidade dos recursos hídricos, esta é afetada em função da oxidação do material piritoso e consequente geração de drenagem ácida de mina (DAM) em subsolo. A geração de DAM juntamente à possível inundação da mina após o fechamento, pode causar a contaminação de águas subterrâneas e, por consequência alteração dos cursos hídricos.

A geração de gases ocorre no processo de extração do carvão, com a detonação de explosivos e queima de combustíveis em motores à combustão, além da movimentação de veículos no carregamento e descarregamento do material. Além disto, a ventilação da mina, realizada pela exaustão do ar do subsolo, traz à superfície a poeira e os gases gerados em subsolo. Ressalta-se que a geração de gases e poeiras afeta os colaboradores. Dependendo do tamanho da partícula pode haver maiores efeitos à saúde humana.

As detonações podem causar também vibrações no solo. Este fenômeno ocorre pela propagação da parcela de energia liberada pela detonação não absorvida na fragmentação da rocha. Esta vibração pode se transformar em ruído.

As medidas de controles ambientais, mitigadoras e compensatórias nas áreas de desmonte de pilares devem ser executadas da mesma forma que no restante da área.

#### **4 PROJETO EXECUTIVO DO DEPÓSITO DE REJEITOS**

O Projeto Executivo do Depósito de Rejeitos da Mina C localizada no bairro Sangão Madalena, foi elaborado pelo Centro Tecnológico de Carvão Limpo – Núcleo de Meio Ambiente (SATC), conforme exposto no Apêndice I deste documento.

Neste projeto está prevista a implantação de todas as etapas necessárias para armazenamento controlado dos rejeitos oriundos da extração de carvão. Abrange o diagnóstico local, a preparação do terreno e a instalação da infraestrutura e equipamentos visando principalmente à prevenção de geração de drenagem ácida de mina e ao controle geotécnico do depósito de rejeito.



## 5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA (ETDAM)

O projeto do sistema para o tratamento dos efluentes ácidos provenientes da atividade de extração de carvão em subsolo, da percolação de águas residuárias de pátio e das demais instalações de apoio da mina gerados pela atividade de mineração de carvão está apresentado no Apêndice II.

A estimativa da vazão e das características dos efluentes gerados foi realizada considerando-se os dados atualmente existentes em projetos similares.

Conforme dados de monitoramentos fornecidos pela empresa e com base na previsão dos efluentes ácidos gerados nas Unidades Produtivas pertencentes à Indústria Carbonífera Rio Deserto Ltda, foi possível estimar a vazão de efluentes ácidos que serão gerados em diferentes pontos do pátio operacional do empreendimento, bem como da atividade de extração de carvão em subsolo.

O sistema proposto optou em adotar para o tratamento ativo da drenagem ácida de mina as tecnologias de neutralização com leite de cal calcífico, aeração e sedimentação em bacias impermeabilizadas.

Para aumentar a eficiência do tratamento será instalado no beneficiamento o decantador de lamelas, equipamento responsável pela clarificação das águas de processo provenientes do separador de meio denso, utilizando floculação com polímero floculante e desidratação do lodo em filtro prensa.

Analisando os dados gerados a partir dos estudos de previsão de vazão e qualidade dos efluentes, resultou no projeto de uma Estação de Tratamento (ETDAM) com capacidade para 250 m<sup>3</sup>/h cada módulo, totalizando uma capacidade instalada de 500m<sup>3</sup>/h.

No início da implantação e operação, será implantado um módulo, deixando preparada a base para o segundo módulo, que será implantado quando a vazão de efluentes da mina já atingir 250m<sup>3</sup>/h.

A ETDAM projetada deverá ser capaz de tratar os efluentes do futuro empreendimento a ser desenvolvido pela empresa, conforme os padrões ambientais de qualidade da água, mais especificamente a Resolução CONAMA 430/2011 e a Lei 14675/2009 (Código Estadual de Meio Ambiente de Santa Catarina).

## 6 PLANO DE MONITORAMENTO HÍDRICO

### 6.1 Introdução

Este plano de monitoramento hídrico da Mina "C" é apresentado em cumprimento à exigência do Ministério Público Federal – MPF descrita no Ofício PRMC/NO. 712/2014 de 13 de maio de 2014.

A rede monitora de ampliação é proposta para os sistemas aquíferos freático e profundo descritos no EIA RIMA da Mina "C" (RUBENSAM et alii, 2012), projetando-se a instalação de 8 poços no sistema aquífero profundo e 32 piezômetros no sistema aquífero freático. Considerando a existência de piezômetros e poços já instalados e a ampliação proposta, a rede monitora das águas subterrâneas da Mina "C" ficará composta por 56 pontos monitores no sistema aquífero freático e 10 pontos monitores no sistema aquífero profundo.

A distribuição dos poços foi definida com critérios geológicos, hidrogeológicos, dados do projeto de lavra e o mapa de riscos, de modo que todas as áreas definidas com risco médio e alto ficarão abrangidas pelos limites de influência da rede de monitoramento ampliada à medida do desenvolvimento da lavra. Um resumo dos estudos geológicos e hidrogeológicos (ROMANO NETO, et alii, 2011) é apresentado com o objeto de contextualizar o número e a distribuição da rede monitora proposta.

### 6.2 Contexto geológico-estrutural

A Mina "C" está situada em área com perfil geológico formado pela sequência de rochas sedimentares paleozóicas situadas na coluna estratigráfica da Bacia do Paraná nos Grupos Guatá, Passa Dois e São Bento com as Formações Rio Bonito, Palermo, Irati, Estrada Nova e Rio do Rasto.

As litologias das Formações Rio Bonito, Palermo e Irati não são aflorantes na maior parte da área sendo sobreposta por coberturas cenozóicas inconsolidadas relacionadas com depósitos de leques aluviais e barreira marinha. O perfil geológico local está representado no desenho esquemático (Figura 6-1).

Nas sondagens exploratórias e nas seções geológicas realizadas na área da Mina "C" verifica-se que a sequência paleozóica que constitui a cobertura da camada de carvão Barro Branco têm suas estruturas preenchidas por gipsita (Figura 6-2) e intrusões de diabásio (Figura 6-3), principalmente, na Formação Irati.

As intrusões de diabásio muitas vezes afloram em superfície que ocorre na região urbana de Maracajá preenchendo zona de falha / fratura NW que se estende além da ponte de concreto sobre o rio Mãe Luzia.

A análise petrográfica realizada em lâmina delgada com testemunhos de sondagem das Formações Rio Bonito, Palermo e Irati mostra que a ocorrência de matriz síltico-argilosa e crescimento autígenossilicoso, o que implica textura com baixa porosidade intergranular do perfil litológico da cobertura da camada de carvão Barro Branco (Tabela 6-1). Na mesma análise foi constatado que as microfissuras estão preenchidas por quartzo, carbonato e pirita.

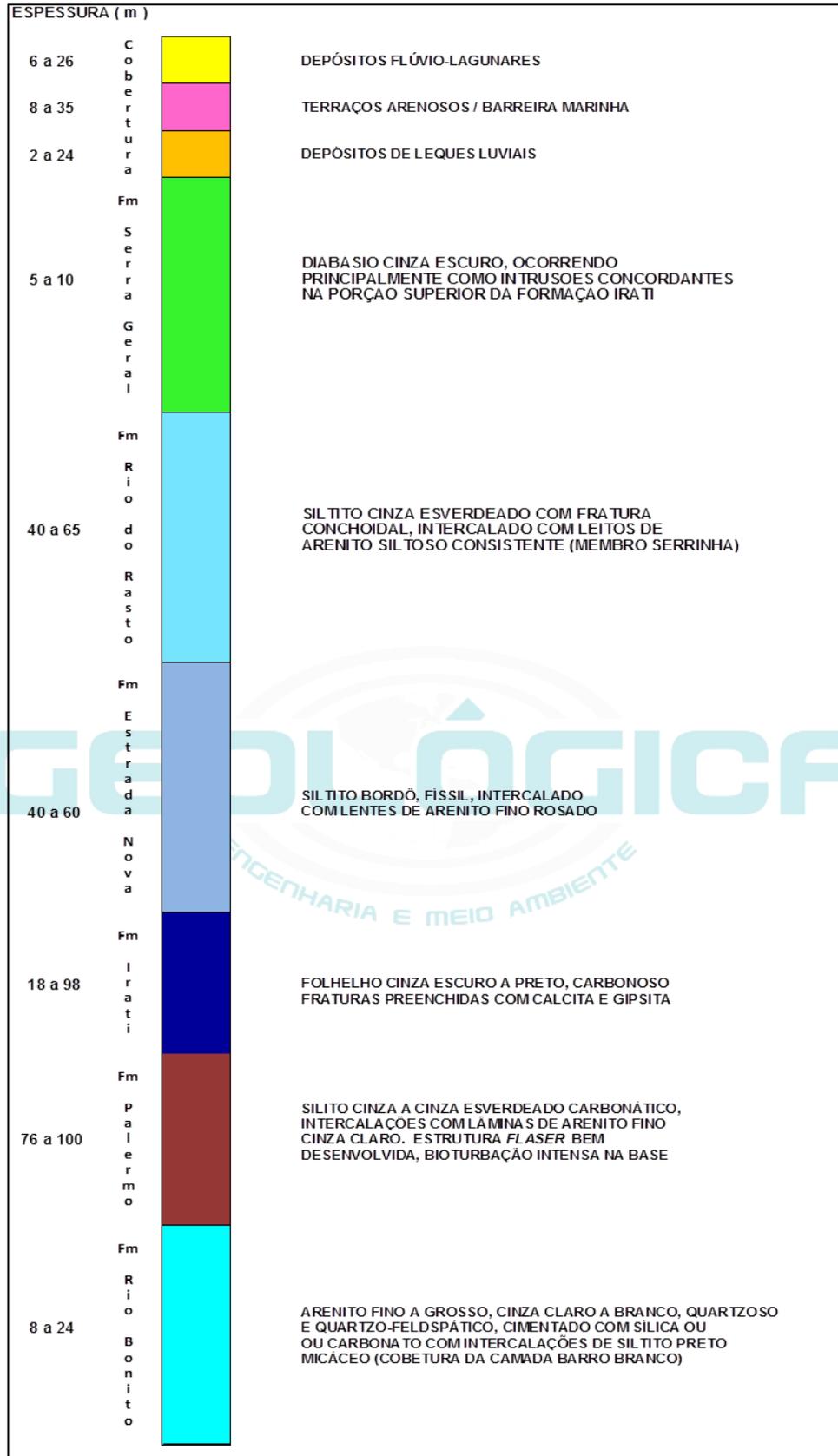


Figura 6-1- Desenho esquemático do perfil geológico da Mina "C".  
Fonte: Estudo Geológico e Hidrogeológico da Mina "C", 2013.

No que se refere ao arcabouço tectônico, a Mina "C" está inserida em uma região onde ocorrem as estruturas responsáveis pela compartimentação da bacia de Pelotas (KREBS, 2004). Nesse contexto, encontra-se estruturalmente controlada por blocos elevados e afundados delimitados por zonas de falhas relacionadas aos sistemas NE e NW representados por suas falhas principais denominadas Mãe Luzia (KREBS, 2005) e Maracajá e falhas secundárias associadas, assim como, por intrusões de sills de diabásio que provocaram a elevação da sequência sedimentar.

A falha Mãe Luzia delimita o bloco afundado situado a W da Mina "C" com rejeitos de 20 metros. Nesse bloco afundado está situada a área minerada pela Unidade Mineira II da Carbonífera Criciúma. A falha Maracajá delimita o bloco afundado ao Sul da Mina "C" com rejeito de 90 metros.



Figura 6-2 - Testemunhos de sondagem da Formação Irati mostrando fraturas preenchidas com gipsita (furo MA04).

Fonte: Estudo Geológico e Hidrogeológico, 2011.



Figura 6-3 - Testemunhos de sondagem da Formação Irati mostrando fraturas preenchidas com diabásio (furo MA6A).

Fonte: Estudo Geológico e Hidrogeológico, 2011.

Tabela 6-1 - Medidas da porosidade e do coeficiente de permeabilidade vertical intergranular.

| FURO  | Nº AMOSTRA                      | PROF. ACIMA CAMADA B.BRANCO (m) | COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA   | POROSIDADE INTERGRANULAR (%) | PERMEABILIDADE VERTICAL (Kv = cm/s) | POROSIDADE EFETIVA (%) | MATERIAL PREENCHIMENTO FISSURAS  |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|---|------------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| MA-6A | AM 1Fm Rio Bonito Arenito       | 10-15                           | Quartzo: 75%, feldspato 13%, plagioclásio 2%, acessórios 10 %                         | 12                           | $1,14 \times 10^{-6}$               | 11                     | Calcita, sílica e pirita         |
|       | AM 2Fm Irati Siltito            | 30-50                           | Argila: 80%, siltito 10%, calcita, quartzo e micas 10%                                | 1                            | $1,62 \times 10^{-9}$               | 10,4                   | Calcita, quartzo e pirita        |
|       | AM 3Fm Irati Siltito            | 50-70                           | Silte: 70% Argila: 30%  | 2,1                          | $6,88 \times 10^{-10}$              | 3,1                    | Calcita, pirita e óxido de ferro |
| MA-16 | AM 1Fm Irati Folhelho           | 90-100                          | Quartzo, feldspato, plagioclásio, muscovita, clorita, acessórios                      | 2,4                          | $1,81 \times 10^{-9}$               | 3,4                    | Calcita e pirita                 |
|       | AM 2Fm Palermo Marga            | 40-45                           | Calcita, dolomita e quartzo   | 1                            | $8,19 \times 10^{-9}$               | 1,5                    | Calcita e pirita                 |
|       | AM 3 Fm Palermo Siltito arenoso | 30-70                           | Silte e Areia (quartzo, calcita, pirita e clastos)                                    | 2,5                          | $1,37 \times 10^{-9}$               | 3,3                    | Calcita e sílica                 |
| MA-19 | AM 1Fm Rio Bonito Arenito       | 5                               | Quartzo: > 90%, acessórios (plagioclásio, feldspato e pirita) 10%. Poros = 0,01 a 1mm | 10                           | $3,63 \times 10^{-7}$               | 9,3                    | Sem fissuras                     |
|       | AM 2Fm Rio Bonito Siltito       | Teto Imediato                   | Quartzo, calcita e pirita   |                              | $9,30 \times 10^{-10}$              | 2,7                    | Calcita e pirita                 |
|       | AM 3Fm Irati Folhelho           | 95                              | Silte: 73%, argila 20%, outros 10 %   | 0                            | $1,03 \times 10^{-9}$               | 6,5                    | Calcita, quartzo e betume        |
|       | AM 4Fm Irati Folhelho           | 90                              | Quartzo, feldspato, micas, calcita, cimento silicoso                                  | 2,5                          | $6,20 \times 10^{-10}$              | 3,2                    | Quartzo e pirita                 |

Fonte: Estudo Geológico e Hidrogeológico, 2011.

### 6.3 Contexto hidrogeológico

Os estudos realizados mostram que a hidrogeologia local é formada por dois sistemas aquíferos:

- Sistema freático, relacionado com os aquíferos livres relacionados com os depósitos de leques aluviais, depósitos de tálus e barreiras marinhas;
- Sistema profundo, relacionado com o perfil litológico das Formações Irati, Palermo e Rio Bonito.

No sistema freático a circulação e a descarga da água subterrânea é diferenciada para os aquíferos relacionados com os depósitos de leques aluviais e barreiras marinhas. Enquanto nos leques aluviais a acumulação e a circulação da água subterrânea ocorrem no meio poroso intergranular do perfil constituído por seixos de diabásio com matriz siltico-argilosa com descarga no rio Mãe Luzia, nos depósitos de barreiras marinhas, circula no meio poroso intergranular do perfil litológico formado por areia de granulometria fina, média e grossa com descarga no rio dos Porcos.

No sistema profundo a acumulação e a circulação da água subterrânea ocorrem, principalmente, no meio poroso fraturado representado pelas estruturas geológicas quando essas se encontram abertas e interconectadas. No intervalo médio da Formação Palermo há ocorrência de uma camada com 6 m de espessura constituída por arenitos finos calcíferos, folhelho margoso inconsistente com nódulos de carbonato muitas vezes com estruturas de dissolução que se constitui no meio poroso granular dessa formação.



Figura 6-4 - Testemunho de sondagem do intervalo médio da Formação Palermo mostrando camadas de arenitos calcíferos, nódulos de calcita e margas (furo MA15).

Fonte: Estudo Geológico e Hidrogeológico, 2011.

Nesse contexto verifica-se que o potencial hídrico desses sistemas é muito maior nos aquíferos livres, pois na área da Mina "C" as estruturas geológicas de todo o perfil da cobertura da camada Barro Branco encontram-se, geralmente, preenchidas por gipsita ou por intrusões de diabásio.

#### **6.4 Plano de monitoramento**

O plano de monitoramento é proposto para a Mina "C" considerando-se os seguintes critérios:

- projeto de lavra;
- contexto geológico-estrutural;
- hidrogeologia do sistema aquífero freático;
- hidrogeologia do sistema aquífero profundo;
- mapa de risco.

O projeto de lavra define o desenvolvimento da Mina "C" num prazo de 20 anos e o plano de monitoramento prevê a instalação de poços pioneiros com instalação prévia à lavra e a ampliação da rede à medida do seu avanço.

A rede proposta para o sistema profundo está concentrada nas locais de ocorrência de estruturas geológicas, as quais oferecem maior risco de rebaixamento pela mineração no caso de se encontrarem abertas e interconectadas, servindo como monitora para indicação de adequações do plano de lavra durante o desenvolvimento da mina.

A profundidade dos filtros dos poços monitores propostos para a ampliação do sistema aquífero profundo são recomendadas para os intervalos com textura intergranular e de fratura mais porosa.

O mapa de risco foi considerado na distribuição da rede de ampliação dos poços dos sistemas aquíferos locais (freático e profundo) posicionando-se os mesmos em áreas onde há maior peso das variáveis consideradas, ou seja, áreas onde existem captações de água (poços escavados, ponteiras), nascentes,, assim como ocorrências de estruturas geológicas abertas nos locais previstos no projeto de lavra para passagem em zonas de falhas/fratura.

##### **6.4.1 Rede monitora do sistema aquífero freático**

A rede monitora do sistema aquífero freático já conta com 10 piezômetros e 14 poços monitores instalados em todos os sistemas aquíferos mapeados (Tabela 6-2).

Tabela 6-2 - Rede monitora instalada do sistema aquífero freático.

| Ponto Monitor | Descrição             | UTM E   | UTM N     | Sistema Aquífero             | Bacia Hidrogeológica |
|---------------|-----------------------|---------|-----------|------------------------------|----------------------|
| MAPZ06A       | Piezômetro            | 654.607 | 6.807.297 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPZ09A       | Piezômetro            | 654.540 | 6.808.138 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPZ10        | Piezômetro            | 653.564 | 6.808.239 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPZ15        | Piezômetro            | 654.554 | 6.810.134 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPZ26        | Piezômetro            | 656.301 | 6.810.781 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPZ27        | Piezômetro            | 656.517 | 6.812.122 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPZ28        | Piezômetro            | 655.604 | 6.811.985 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPZ29        | Piezômetro            | 654.493 | 6.812.022 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPZ30        | Piezômetro            | 652.750 | 6.808.553 | Freático<br>Fm Irati         | Mãe Luzia            |
| MAPZ32        | Piezômetro            | 651.682 | 6.809.442 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM01        | Poço de Monitoramento | 654.622 | 6.812.968 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM02        | Poço de Monitoramento | 655.567 | 6.811.533 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM03        | Poço de Monitoramento | 654.989 | 6.810.156 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM04        | Poço de Monitoramento | 654.971 | 6.808.557 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM05        | Poço de Monitoramento | 655.024 | 6.807.122 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM06        | Poço de Monitoramento | 655.142 | 6.805.512 | Freático<br>Barreira Marinha | Rio dos Porcos       |
| MAPM07        | Poço de Monitoramento | 655.875 | 6.804.135 | Freático<br>Barreira Marinha | Rio dos Porcos       |
| MAPM08        | Poço de Monitoramento | 656.609 | 6.807.407 | Freático Leques<br>Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM09        | Poço de Monitoramento | 656.195 | 6.810.240 | Freático Leques<br>Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM10        | Poço de Monitoramento | 656.604 | 6.812.883 | Freático Leques<br>Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM11        | Poço de Monitoramento | 653.220 | 6.809.895 | Freático<br>Leques Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM12        | Poço de Monitoramento | 653.138 | 6.808.290 | Freático Leques<br>Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM13        | Poço de Monitoramento | 653.455 | 6.806.843 | Freático Leques<br>Aluviais  | Mãe Luzia            |
| MAPM14        | Poço de Monitoramento | 651.700 | 6.806.073 | Freático<br>Barreira Marinha | Rio dos Porcos       |
| MAPM15        | Poço de Monitoramento | 653.337 | 6.805.487 | Freático<br>Barreira Marinha | Rio dos Porcos       |

Fonte: Estudo Geológico e Hidrogeológico, 2011.

A ampliação da rede monitora do sistema aquífero freático é proposta para a instalação de 32 poços monitores piezométricos, cuja localização e profundidades estão descritas na Tabela 6-3. A distribuição dos poços freáticos está representada no mapa de monitoramento em apêndice, ficando, assim, a rede composta com um total de 56 pontos monitores.

A ampliação da rede deverá acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos de lavra, iniciando com a instalação no entorno da área de acesso correspondente ao plano inclinado e à praça de operações da Mina "C".

Tabela 6-3 - Proposta de ampliação da rede monitora do sistema aquífero freático.

| Ponto Monitor | Descrição  | UTM E   | UTM N     | Sistema Aquífero                              | Bacia Hidrogeológica | Profundidade Estimada (m) |
|---------------|------------|---------|-----------|---|----------------------|---------------------------|
| MAPZF33       | Piezômetro | 653.963 | 6.809.280 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF34       | Piezômetro | 654.327 | 6.809.681 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF35       | Piezômetro | 653.817 | 6.810.000 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF36       | Piezômetro | 654.153 | 6.808.821 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF37       | Piezômetro | 654.851 | 6.808.925 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF38       | Piezômetro | 655.035 | 6.809.681 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF39       | Piezômetro | 655.793 | 6.810.301 | Freático Manto de Alteração Residual Fm Irati | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF40       | Piezômetro | 654.941 | 6.810.977 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF41       | Piezômetro | 654.124 | 6.811.380 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF42       | Piezômetro | 654.765 | 6.812.284 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF43       | Piezômetro | 655.381 | 6.812.441 | Freático Manto de Alteração Residual Fm Irati | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF44       | Piezômetro | 654.447 | 6.812.690 | Freático Manto de                             | Mãe Luzia            | 8                         |



| Ponto Monitor | Descrição  | UTM E   | UTM N     | Sistema Aquífero                              | Bacia Hidrogeológica | Profundidade Estimada (m) |
|---------------|------------|---------|-----------|---|----------------------|---------------------------|
|               |            |         |           | Alteração Residual Fm Irati                   |                      |                           |
| MAPZF45       | Piezômetro | 655.340 | 6.812.866 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF46       | Piezômetro | 655.951 | 6.812.260 | Freático Depósito de Tálus                    | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF47       | Piezômetro | 655.380 | 6.812.665 | Freático Depósito de Tálus                    | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF48       | Piezômetro | 653.809 | 6.810.780 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF49       | Piezômetro | 652.630 | 6.808.851 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF50       | Piezômetro | 652.475 | 6.807.525 | Freático Leques Aluviais                      | Araranguá            | 8                         |
| MAPZF51       | Piezômetro | 651.597 | 6.808.300 | Freático Leques Aluviais                      | Mãe Luzia            | 8                         |
| MAPZF52       | Piezômetro | 655.462 | 6.808.540 | Freático Leques Aluviais                      | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF53       | Piezômetro | 654.605 | 6.807.577 | Freático Leques Aluviais                      | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF54       | Piezômetro | 654.758 | 6.807.320 | Freático Leques Aluviais                      | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF55       | Piezômetro | 655.471 | 6.807.643 | Freático Manto de Alteração Residual Fm Irati | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF56       | Piezômetro | 654.924 | 6.806.733 | Freático Barreira Marinha                     | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF57       | Piezômetro | 655.914 | 6.807.115 | Freático Barreira Marinha                     | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF58       | Piezômetro | 655.820 | 6.806.682 | Freático Barreira Marinha                     | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF59       | Piezômetro | 655.553 | 6.806.168 | Freático Barreira Marinha                     | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF60       | Piezômetro | 655.194 | 6.805.890 | Freático                                      | Rio dos Porcos       | 8                         |

| Ponto Monitor | Descrição  | UTM E   | UTM N     | Sistema Aquífero          | Bacia Hidrogeológica | Profundidade Estimada (m) |
|---------------|------------|---------|-----------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
|               |            |         |           | Barreira Marinha          |                      |                           |
| MAPZF61       | Piezômetro | 655.726 | 6.805.500 | Freático Barreira Marinha | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF62       | Piezômetro | 656.111 | 6.805.588 | Freático Barreira Marinha | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF63       | Piezômetro | 655.596 | 6.805.637 | Freático Barreira Marinha | Rio dos Porcos       | 8                         |
| MAPZF64       | Piezômetro | 656.187 | 6.805.192 | Freático Barreira Marinha | Rio dos Porcos       | 8                         |

Fonte: Geológica, 2014.

#### 6.4.2 Rede monitora do sistema aquífero profundo

A ampliação da rede monitora proposta para o sistema aquífero profundo leva em conta a existência de 2 poços instalados em julho de 2012 (Tabela 6-4).

Tabela 6-4 - Rede monitora instalada de poços do sistema aquífero profundo.

| Ponto Monitor | Descrição             | UTM E   | UTM N     | Sistema Aquífero                      | Profundidade (m) |
|---------------|-----------------------|---------|-----------|---------------------------------------|------------------|
| MAPMP16       | Poço de Monitoramento | 654.143 | 6.809.667 | Profundo Fm Irati e Palermo           | 130              |
| MAPMP17       | Poço de Monitoramento | 654.485 | 6.810.185 | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 130              |

Fonte: Geológica, 2014.

Esses poços foram identificados como MAPMP16 e MAPMP17 e sua localização é mostrada no mapa de monitoramento em apêndice. O poço MAPMP16 foi instalado na área prevista para a construção do plano inclinado e praça de operações da Mina "C" e o poço MAPMP17 em local de zona de falha identificada nos estudos geológicos e geofísicos (ROMANO NETO, et all, 2011).

Ambos foram perfurados em 8" de diâmetro na profundidade correspondente ao intervalo carbonático da Formação Palermo, onde foi verificada a maior porosidade intergranular nos testemunhos de sondagem exploratória, obtendo-se os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero profundo através da execução de testes de bombeamento cujos resultados são apresentados em anexo e resumidos na Tabela 6-5.

Tabela 6-5 - Parâmetros hidrodinâmicos obtidos nos testes de bombeamento de poços instalados de monitoramento do sistema aquífero profundo.

| Ponto Monitor | Prof. Bomba 4" (m) | Vazão (m <sup>3</sup> /h) | Sistema Aquífero                      | Prof. entradas de água (m) | Recuperação do NA    | Rebaixamento          | Nível dinâmico (m) | Capacidade Específica (m <sup>3</sup> /h/m) |
|---------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|---|
| MAPMP16       | 114                | 0,44                      | Profundo Fm Irati e Palermo           | nenhuma                    | 6,5 m em 1 hora      | 112,9 m em 45 minutos | 0,00               | 0   |
| MAPMP17       | 114                | 0,83                      | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 26, 46, 52, 68 e 95        | 110,6 m em 1,5 horas | 111,4 m em 20 horas   | 114,00             | 0,0075                                      |

Fonte: Geológica, 2014.

Os resultados obtidos nos testes de bombeamento do sistema aquífero profundo (Tabela 6-5) confirmam e conferem consistência aos estudos hidrogeológicos do EIA RIMA, segundo os quais é muito baixa a porosidade e a permeabilidade vertical, sendo um tanto maior nas zonas de falha / fratura. Os resultados também indicam a capacidade de produção de água desse sistema.

A ampliação da rede monitora do sistema aquífero profundo é proposta para instalação de 8 poços monitores nos locais onde está prevista a passagem das zonas de falha no projeto de lavra. A localização e profundidades estimadas estão descritas na Tabela 6-6 e a distribuição representada no mapa de monitoramento em apêndice.

A ampliação da rede deverá acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos de lavra, iniciando com a instalação do poço no entorno da área de acesso correspondente ao plano inclinado e poço de ventilação da Mina "C" (MAPMP18).

Tabela 6-6 - Proposta de ampliação da rede monitora de poços do sistema aquífero profundo.

| Ponto Monitor | Descrição             | UTM E   | UTM N     | Sistema Aquífero                      | Profundidade Estimada (m) |
|---------------|-----------------------|---------|-----------|---------------------------------------|---------------------------|
| MAPMP18       | Poço de Monitoramento | 653.950 | 6.809.244 | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 165                       |
| MAPMP19       | Poço de Monitoramento | 655.145 | 6.811.089 | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 130                       |
| MAPMP20       | Poço de Monitoramento | 655.348 | 6.812.390 | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 125                       |
| MAPMP21       | Poço de Monitoramento | 652.187 | 6.810.048 | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 150                       |
| MAPMP22       | Poço de Monitoramento | 653.047 | 6.808.190 | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 150                       |
| MAPMP23       | Poço de Monitoramento | 654.705 | 6.808.417 | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 150                       |
| MAPMP24       | Poço de               | 654.822 | 6.807.664 | Profundo                              | 180                       |

| Ponto Monitor | Descrição             | UTM E   | UTM N     | Sistema Aquífero                      | Profundidade Estimada (m) |
|---------------|-----------------------|---------|-----------|---------------------------------------|---------------------------|
|               | Monitoramento         |         |           | Faturado Fm Irati e Palermo           |                           |
| MAPMP25       | Poço de Monitoramento | 655.390 | 6.806.480 | Profundo Fraturado Fm Irati e Palermo | 190                       |

Fonte: Geológica, 2014.

#### 6.4.3 Aspectos construtivos

A instalação dos piezômetros e poços de monitoramento deve ser executada conforme os procedimentos indicados na norma NBR 15495-1: 2007 com tubos e filtros geomecânicos de 2" de diâmetro.

As profundidades indicadas na Tabela 6-5 para os piezômetros do sistema aquífero freático foram estimadas com base nas profundidades alcançadas pela rede monitora existente neste sistema, devendo ser observado como critério para a determinação da profundidade final a estabilização do nível com 4 metros de coluna d'água.

As profundidades indicadas na Tabela 6-6 para os poços monitores do sistema aquífero profundo foram estimadas com base na sondagem exploratória, adotando-se como critério a profundidade em que se encontra o intervalo de contato geológico entre as Formações Palermo e Rio Bonito. Durante a instalação da rede monitora sugere-se a realização de testes de bombeamento com a finalidade de mensurar a capacidade de produção do poço, assim como, determinar as variáveis hidrodinâmicas de transmissividade, nível dinâmico, condutividade hidráulica e capacidade específica.

Os tubos filtro dos poços monitores do aquífero profundo deverão ser instalados em todas as entradas de água do perfil geológico das Formações Irati e Palermo e, eventualmente, de intrusões de diabásio. As entradas de água no poço oriundas do sistema aquífero freático deverão ser isoladas com nata de cimento e bentonita, de modo que apenas as águas do sistema aquífero profundo sejam monitoradas.

#### 6.4.4 Parâmetros

Os parâmetros recomendados para o monitoramento das águas subterrâneas dos sistemas aquíferos freático e profundo são os seguintes: nível estático, pH, Eh, acidez, alcalinidade, condutividade, turbidez, sólidos totais dissolvidos, sulfatos, cloretos, Fe, Al, Mn, Ca, Na, K e Mg. Os metais devem ser dosados na fase solúvel.

#### 6.4.5 Método de Amostragem e Periodicidade

A coleta das amostras deve ser feita através do método de bombeamento de baixa vazão de acordo com os procedimentos descritos na norma NBR 15495-2: 2007. Nesse método, a coleta da água é feita quando as características físico-químicas da água subterrânea sejam representativas da hidroquímica da formação, o que ocorre quando da estabilização dos parâmetros de controle (pH, OD e condutividade, por exemplo).



A utilização da metodologia de baixa vazão evita a oxigenação da água do aquífero e a sucção de sedimentos finos e ultrafinos que podem comprometer a representatividade da amostra.

A periodicidade da amostragem para as análises físico-químicas deve ser semestral, seguindo-se o critério de uma amostragem em cada período hidrológico e as medidas do nível estático em frequência mensal. Essas frequências poderão ser modificadas diante da constatação da existência de variáveis locais que interfiram nos resultados como, por exemplo, recargas locais provenientes de minas subterrâneas.



## 7 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

O artigo 31-A do Decreto 4.340, de 22 de agosto de 2002, com redação dada pelo Decreto nº 6.848 de 14 de maio de 2009, da Presidência da República, apresenta a metodologia para cálculo do Valor da Compensação Ambiental advinda do licenciamento ambiental. Esta metodologia determina que o Valor da Compensação Ambiental (CA) seja calculado pelo produto do Grau de Impacto (GI) com o Valor de Referência (VR), de acordo com a Equação 7.1.

$$CA = VR \times GI \quad \text{Equação 7.1}$$

Onde:

**CA** = Valor da Compensação Ambiental;

**VR** = somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais;

**GI** = Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%.

### 7.1 Determinação do Grau de Impacto

Em seu anexo, o Decreto 4.340 detalha a metodologia de cálculo do Grau de Impacto Ambiental (GI), calculado de acordo com a Equação 7.2.

$$GI = ISB + CAP + IUC \quad \text{Equação 7.2}$$

Onde:

**ISB** = Impacto sobre a Biodiversidade;

**CAP** = Comprometimento de Área Prioritária;

**IUC** = Influência em Unidades de Conservação.

#### 7.1.1 Impacto sobre a Biodiversidade

O Impacto Sobre a Biodiversidade (ISB) é calculado pela Equação 7.3.

$$ISB = IM \cdot IB (IA + IT)/140 \quad \text{Equação 7.3}$$

Onde:



CARBONÍFERA METROPOLITANA S/A

**ISB** =  $IM \times IB (IA+IT) / 140$ , onde:

**IM** = Índice Magnitude;

**IB** = Índice Biodiversidade;

**IA** = Índice Abrangência;

**IT** = Índice Temporalidade.

O ISB terá seu valor variando entre 0 e 0,25%. O ISB tem como objetivo contabilizar os impactos do empreendimento diretamente sobre a biodiversidade na sua área de influência direta e indireta. Os impactos diretos sobre a biodiversidade que não se propagarem para além da área de influência direta e indireta não serão contabilizados para as áreas prioritárias.

### 7.1.2 Comprometimento de Área Prioritária – CAP

O Comprometimento de Área Prioritária (**CAP**) é calculado pela Equação 7.4.

$$CAP = IM \cdot ICAP \cdot IT / 70$$

Equação 7.4

Onde:

**IM** = Índice Magnitude;

**ICAP** = Índice Comprometimento de Área Prioritária;

**IT** = Índice Temporalidade.

O **CAP** terá seu valor variando entre 0 e 0,25%. O **CAP** tem por objetivo contabilizar efeitos do empreendimento sobre a área prioritária em que se insere. Isto é observado fazendo a relação entre a significância dos impactos frente às áreas prioritárias afetadas. Empreendimentos que tenham impactos insignificantes para a biodiversidade local podem, no entanto, ter suas intervenções alterando a dinâmica de processos ecológicos, afetando ou comprometendo as áreas prioritárias.

### 7.1.3 Influência em Unidade de Conservação

A Influência em Unidade de Conservação **IUC** varia de 0 a 0,15%, avaliando a influência do empreendimento sobre as unidades de conservação ou suas zonas de amortecimento, sendo que os valores podem ser considerados cumulativamente até o valor máximo de 0,15%. O IUC será diferente de zero quando for constatada a incidência de impactos em unidades de conservação ou suas zonas de amortecimento, de acordo com os valores indicados na Tabela 7-1.



Tabela 7-1- Definição da IUC de acordo com a influência do empreendimento sobre unidades de conservação.

|           |  |
|-----------|--|
| <b>G1</b> | parque (nacional, estadual e municipal), reserva biológica, estação ecológica, refúgio de vida silvestre e monumento natural<br>IUC = 0,15%; |
| <b>G2</b> | florestas (nacionais e estaduais) e reserva de fauna<br>IUC = 0,10%;   |
| <b>G3</b> | reserva extrativista e reserva de desenvolvimento sustentável<br>IUC = 0,10%;  |
| <b>G4</b> | área de proteção ambiental, área de relevante interesse ecológico e reservas particulares do patrimônio natural<br>IUC = 0,10%; e            |
| <b>G5</b> | zonas de amortecimento de unidades de conservação<br>IUC = 0,05%.  |

Fonte: Decreto 4.340/2002, modificada pelo autor.

Conforme aponta o diagnóstico ambiental do empreendimento, dentro do limite da concessão não foi verificada a presença de Unidades de Conservação, no entanto, próximo a uma distância de 1,5 km do quadrante sudoeste do limite da concessão é encontrado o Parque Ecológico Municipal Maracajá. Em relação à Área de Influência Direta (AID), que se constitui no local do empreendimento, a distância é de 5,5 km. O Parque Ecológico Municipal Maracajá, porém, foi abrangido pela Área de Influência Indireta (AI) do empreendimento.

## 7.2 Índices

### 7.2.1 Índice de Magnitude

O Índice de Magnitude (**IM**) varia de 0 a 3. Este índice avalia a existência e a relevância dos impactos ambientais, concomitantemente significativos, negativos sobre os diversos aspectos ambientais associados ao empreendimento, analisados de forma integrada. Os valores são definidos conforme Tabela 7-2.

Tabela 7-2- Valor do índice de magnitude de acordo com a relevância dos impactos ambientais do empreendimento.

| <b>Valor</b> | <b>Atributo</b>   |
|--------------|---|
| 0            | ausência de impacto ambiental significativo negativo  |
| 1            | pequena magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais |
| 2            | média magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais   |
| 3            | alta magnitude do impacto ambiental negativo  |

Fonte: Decreto 4.340/2002, modificada pelo autor.

### 7.2.2 Índice Biodiversidade

O Índice de Biodiversidade (**IB**) varia de 0 a 3, considerando e avaliando o estado da biodiversidade previamente à implantação do empreendimento. Os valores são atribuídos de acordo com a Tabela 7-3.

Tabela 7-3- Valor do índice de biodiversidade de acordo com o estado da área anteriormente à implantação do empreendimento.

| Valor | Atributo   |
|-------|--|
| 0     | Biodiversidade se encontra muito comprometida  |
| 1     | Biodiversidade se encontra medianamente comprometida                                       |
| 2     | Biodiversidade se encontra pouco comprometida  |
| 3     | Área de trânsito ou reprodução de espécies consideradas endêmicas ou ameaçadas de extinção |

Fonte: Decreto 4.340/2002, modificada pelo autor.

### 7.2.3 Índice Abrangência

O Índice de Abrangência (**IA**) varia de 1 a 4, avaliando a extensão espacial de impactos negativos sobre os recursos ambientais. Em casos de empreendimentos lineares, o IA será avaliado em cada microbacia separadamente, ainda que o trecho submetido ao processo de licenciamento ultrapasse os limites de cada microbacia.

Para empreendimentos lineares deverão ser considerados compartimentos homogêneos da paisagem para que os impactos sejam mensurados adequadamente em termos de abrangência, não devendo ser considerados de forma cumulativa. O resultado final da abrangência será considerado de forma proporcional ao tamanho deste compartimento em relação ao total de compartimentos. Os valores de **IA** são definidos conforme Tabela 7-4.

Tabela 7-4 - Valor do índice de abrangência conforme extensão espacial dos impactos negativos.

| Valor | Atributos para empreendimentos terrestres, fluviais e lacustres                             | Atributos para empreendimentos marítimos ou localizados concomitantemente nas faixas terrestre e marítima da Zona Costeira | Atributos para empreendimentos marítimos (profundidade em relação à lâmina d'água) |
|-------|---|--|--|
| 1     | impactos limitados à área de uma microbacia   | impactos limitados a um raio de 5km  | profundidade maior ou igual a 200 metros   |
| 2     | impactos que ultrapassem a área de uma microbacia limitados à área de uma bacia de 3ª ordem | impactos limitados a um raio de 10km   | profundidade inferior a 200 e superior a 100 metros                                |
| 3     | impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 3ª ordem e limitados à                      | impactos limitados a um raio de 50km   | profundidade igual ou inferior a 100 e superior a 50 metros                        |



| Valor | Atributos para empreendimentos terrestres, fluviais e lacustres | Atributos para empreendimentos marítimos ou localizados concomitantemente nas faixas terrestre e marítima da Zona Costeira | Atributos para empreendimentos marítimos (profundidade em relação à lâmina d'água) |
|-------|---|--|--|
|       | área de uma bacia de 1ª ordem                                   |  |  |
| 4     | impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 1ª ordem        | impactos que ultrapassem o raio de 50km  | profundidade inferior ou igual a 50 metros   |

Fonte: Decreto 4.340/2002, modificada pelo autor.

#### 7.2.4 Índice Temporalidade

O Índice Temporalidade (IT) varia de 1 a 4 e se refere à resiliência do ambiente ou bioma em que se insere o empreendimento. Avalia a persistência dos impactos negativos do empreendimento. Os valores de IT são atribuídos de acordo com a Tabela 7-5.

Tabela 7-5- Valor do índice de temporalidade conforme a resiliência do bioma em que se insere o empreendimento.

| Valor | Atributo  |
|-------|---|
| 1     | imediate: até 5 anos após a instalação do empreendimento;               |
| 2     | curta: superior a 5 e até 15 anos após a instalação do empreendimento;  |
| 3     | média: superior a 15 e até 30 anos após a instalação do empreendimento; |
| 4     | longa: superior a 30 anos após a instalação do empreendimento.          |

Fonte: Decreto 4.340/2002, modificada pelo autor.

#### 7.2.5 Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias

O Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias (ICAP) varia de 0 a 3, avaliando o comprometimento sobre a integridade de fração significativa da área prioritária impactada pela implantação do empreendimento, conforme mapeamento oficial de áreas prioritárias aprovado mediante ato do Ministro de Estado do Meio Ambiente.

Para empreendimentos lineares deverão ser considerados compartimentos homogêneos da paisagem para que os impactos sejam mensurados adequadamente em termos de comprometimento de área prioritária, não devendo ser considerados de forma cumulativa. O resultado final do ICAP será considerado de forma proporcional ao tamanho deste compartimento em relação ao total de compartimentos. Impactos em Unidades de Conservação serão computados exclusivamente no IUC. Os valores correspondentes ao ICAP são determinados de acordo com a Tabela 7-6..

Tabela 7-6 - Valor do índice de comprometimento de áreas prioritárias.

| Valor | Atributo  |
|-------|---|
| 0     | inexistência de impactos sobre áreas prioritárias ou impactos em áreas prioritárias totalmente sobrepostas a unidades de conservação. |
| 1     | impactos que afetem áreas de importância biológica alta   |
| 2     | impactos que afetem áreas de importância biológica muito alta   |
| 3     | impactos que afetem áreas de importância biológica extremamente alta ou classificadas como insuficientemente conhecidas               |

Fonte: Decreto 4.340/2002, modificada pelo autor.

### 7.3 Determinação do Valor da Compensação Ambiental

Para se calcular o valor da compensação ambiental, em conformidade com o Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002 se faz necessária, primeiramente, a determinação dos Índice de Magnitude (**IM**), do Índice de Biodiversidade, (**IB**), do Índice de Abrangência (**IA**) e do Índice de Temporalidade (**IT**) utilizados na determinação do Impacto Sobre a Biodiversidade (**ISB**), conforme mostrado na Tabela 7-1.

Tabela 7-7 - Índices utilizados para o cálculo do Impacto Sobre a Biodiversidade da Mina "C".

| Índice                                  | Valor | Atributo  |
|---|-------|---|
| Índice de Magnitude ( <b>IM</b> )       | 2     | média magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais.  |
| Índice de Biodiversidade, ( <b>IB</b> ) | 1     | Biodiversidade se encontra medianamente comprometida.   |
| Índice de Abrangência ( <b>IA</b> )     | 3     | impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 3ª ordem e limitados à área de uma bacia de 1ª ordem. |
| Índice de Temporalidade ( <b>IT</b> )   | 3     | média: superior a 15 e até 30 anos após a instalação do empreendimento.                               |

Fonte: do autor

Posteriormente é definido o Índice de Comprometimento de Área Prioritária, (**ICAP**), para determinação do Comprometimento de Área Prioritária (**CAP**).

O Decreto nº 5.092/2004 define regras para identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade.

A região onde se situa a poligonal do processo DNPM 815.707/2004, objeto do presente estudo, está inserida na área prioritária MA-715, correspondente ao Bioma Mata Atlântica e Campos Sulinos. Esta área é denominada Floresta de Planície Costeira, possui prioridade de conservação e utilização sustentável alta e apresenta uma superfície de 265.073,36 hectares. O Ministério do Meio Ambiente recomenda que nesta área sejam criadas e ampliadas as Unidades de Conservação, com ênfase à recuperação florestal.

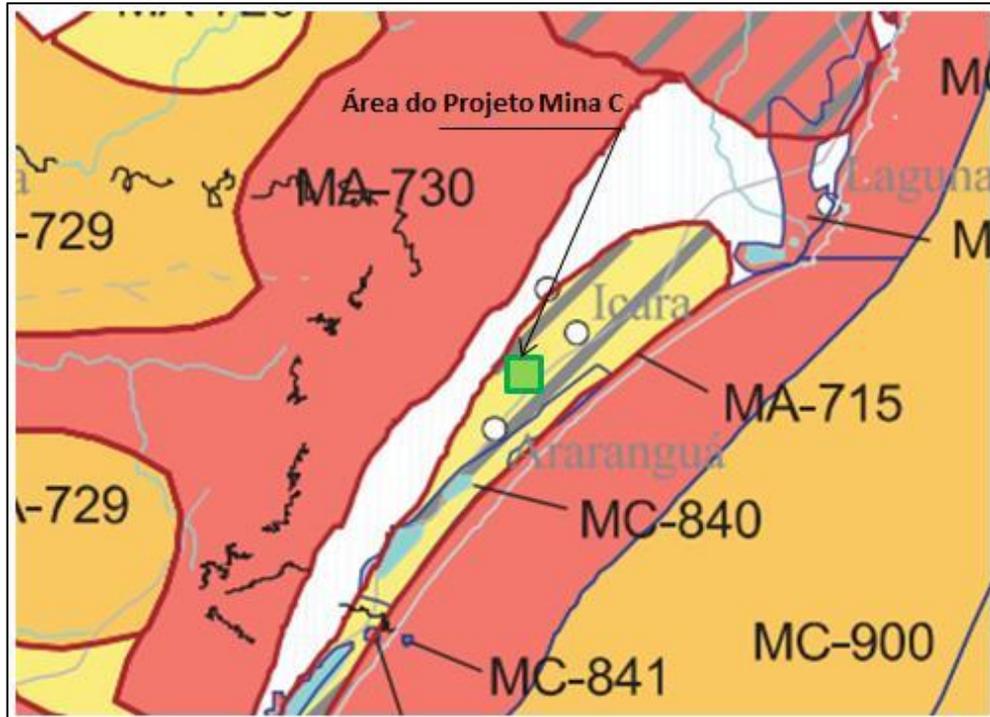


Figura 7-1-Abrangência da área prioritária MA-715 no Estado de Santa Catarina.  
Fonte: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade> (acesso em 28/01/2015).

O Índice de Comprometimento de Área Prioritária, (**ICAP**), de acordo com o Decreto nº 5.092/2004 é apresentado na Tabela 7-8. Este índice é utilizado na determinação do Comprometimento de Área Prioritária (**CAP**).

Tabela 7-8 - Índice de Comprometimento de Área Prioritária usado no cálculo do Comprometimento de Área Prioritária.

| Índice  | Valor | Atributo  |
|---|-------|---|
| Índice de Comprometimento de Área Prioritária ( <b>ICAP</b> ) | 1     | impactos que afetem áreas de importância biológica alta |

Fonte: do autor

O último índice indicado no Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002 é o que determina a Influência em Unidades de Conservação, (**IUC**), utilizado diretamente no cálculo do Grau de Impacto nos ecossistemas (**GI**), valorado conforme indica a Tabela 7-9.

Tabela 7-9- Índice de Influência em Unidades de Conservação cálculo da Influência em Unidades de Conservação

| Índice   | Valor | Atributo   |
|--|-------|--|
| Influência em Unidades de Conservação ( <b>IUC</b> ) | 0,15  | G1: parque (nacional, estadual e municipal), reserva biológica, estação ecológica, refúgio de vida silvestre e monumento natural<br>IUC = 0,15%; |

Fonte: do autor

O Comprometimento de Área Prioritária (**CAP**) é calculado com base nos índices acima apresentados e da equação fornecida anteriormente, o mesmo acontece com o Grau de Impacto (**GI**). Os índices finais utilizados no cálculo do Grau de Impacto (**GI**) da Mina C são apresentados na Tabela 7-10.

Tabela 7-10- Índices para cálculo do Grau de Impacto (GI) da Mina "C".

| ÍNDICES PARA CÁLCULO DO GRAU DE IMPACTO (GI) |       |
|--|-------|
| Impacto sobre a Biodiversidade (ISB)         | 0,15% |
| Comprometimento de Área Prioritária (CAP)    | 0,17% |
| Influência em Unidades de Conservação (IUC)  | 0,15% |

Fonte: do autor

O Por fim, o Grau de Impacto (**GI**) representa o somatório dos índices Impacto Sobre a Biodiversidade (**ISB**), Comprometimento de Área Prioritária (**CAP**) e Influência em Unidades de Conservação, (**IUC**).

Desta forma, o valor estimado para o investimento total (**VR**) é de **R\$ 46.657.246,58**, segundo o Projeto Técnico de Mina (PTM) elaborado para a Mina C, o que determina uma Compensação Ambiental de **R\$ 219.955,59**. A Tabela 7-11 apresenta o cálculo do valor proposto a título de Compensação Ambiental.

Tabela 7-11- Compensação ambiental a ser recolhida pela Carbonífera relativa a Mina "C".

| CÁLCULO DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL            |                      |
|---|----------------------|
| Investimento (VR) - R\$                     | <b>46.657.246,58</b> |
| Grau de Impacto nos Ecossistemas (GI)       | 0,47%                |
| Compensação Ambiental (CA = V R . GI) - R\$ | <b>219.955,59</b>    |

Fonte: do autor

## 8 MAPA DE RISCO

Procedeu-se a elaboração de novos mapas de risco da Mina C em acordo com o Termo de Referência homologado na Ação Civil Pública nº 0000022-79.2010.404.7204. Usou-se o software livre QGis 2.6.1.

### 8.1 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido seguindo-se as seguintes etapas:

- Definição dos danos que podem ser causados pela atividade de mineração de carvão subterrânea;
- Descrição das camadas de dados a serem considerados na elaboração do mapa de riscos;
- Categorização dos riscos;
- Agrupamento das camadas de dados em classes;
- Valoração das classes de dados por ordem crescente de importância;
- Elaboração da matriz do mapa de riscos;
- Elaboração da tabela com a forma de representação das camadas de dados no mapa de riscos.

### 8.2 Danos que Podem ser Causados pela Mineração de Carvão em Subsolo

Os principais danos que podem ocorrer em consequência da atividade de mineração de carvão em subsolo são relacionados abaixo:

- 1) Perda ou redução dos recursos hídricos através de estruturas geológicas conectadas com o subsolo;
- 2) Perda ou redução dos recursos hídricos em áreas afetadas por subsidência;
- 3) Danos à camada de solo e ao patrimônio público e privado (obras civis em geral) em decorrência do efeito da subsidência.

### 8.3 Categorização dos Riscos

Para efeito da categorização das camadas de dados definiu-se qualitativamente os riscos como segue:

- a) Baixo
- b) Médio
- c) Alto

## 8.4 Descrição das Camadas de Dados com a Categorização dos Riscos

### 8.4.1 Espessura da cobertura

A ruptura e o colapso dos pilares e das galerias em minas de carvão subterrâneas, com os consequentes riscos de subsidência e danos ambientais e patrimoniais, podem estar relacionados à espessura da cobertura. Os seguintes critérios foram definidos para a qualificação dos riscos relacionados com esse tema:

- Risco baixo: cobertura maior ou igual a 60 metros;
- Risco médio: cobertura maior que 30 metros e menor que 60 metros;
- Risco alto: cobertura menor ou igual a 30 metros.

### 8.4.2 Geologia estrutural

A ocorrência de estruturas geológicas de origem tectônica falhas, fraturas e intrusões de corpos ígneos pode implicar risco de redução ou perda de recursos hídricos por infiltrações da água superficial ou subterrânea através das descontinuidades hidráulicas conectadas com a mina em subsolo. Sua incidência pode implicar também o colapso de pilares e galerias pela redução das resistências das rochas encaixantes com o consequente risco de perdas de recursos hídricos e danos patrimoniais. Os seguintes critérios foram definidos para a qualificação dos riscos relacionados com esse tema:

- Risco baixo: ausência de estruturas geológicas de origem tectônica;
- Risco médio: ocorrência de falhas, fraturas ou intrusões de corpos ígneos;
- Risco alto: interseção de falhas, fraturas e intrusões de corpos ígneos.

### 8.4.3 Hidrogeologia

Os riscos de origem hidrogeológica relacionam-se com aqueles que podem afetar os sistemas aquíferos à medida da ocorrência de infiltrações pelos espaços intergranulares dos maciços que compõem o perfil hidrogeológico até o nível da mineração em subsolo. Esse risco está relacionado à capacidade de transmissão das águas subterrâneas pelas camadas de rochas que compõem a cobertura da camada de carvão.

A qualificação dos riscos relacionados com a hidrogeologia adota como critério o coeficiente de permeabilidade vertical ( $K_v$ ) determinado em ensaios de laboratório com amostras das rochas da cobertura ou a condutividade hidráulica ( $K_h$ ) medida através de testes de bombeamento ou de recuperação do nível estático. Os seguintes critérios foram definidos para a qualificação dos riscos relacionados com esse tema:

- Risco baixo: quando  $K_v$  ou  $K_h$  for menor ou igual a  $10^{-7}$  cm/s;
- Risco médio: quando  $K_v$  ou  $K_h$  for maior que a  $10^{-7}$  cm/s e menor do que  $10^{-5}$  cm/s;

- Risco alto: quando Kv ou Kh for maior ou igual a  $10^{-5}$  cm/s.

#### 8.4.4 Lavra em multicamadas

A lavra realizada sob área minerada pode apresentar risco de ocorrência de infiltrações de água através de estruturas geológicas permeáveis para um nível de mineração inferior e, assim, potencializar a ocorrência de subsidência pelo colapso dos pilares da camada do nível superior a partir do seu desconfinamento. Os seguintes critérios foram definidos para a qualificação dos riscos relacionados com esse tema:

- Risco baixo: quando a mina do nível superior estiver seca;
- Risco médio: quando a mina do nível superior estiver parcialmente inundada;
- Risco alto: quando a mina do nível superior estiver inundada.

Este critério não se aplica à Mina C, que prevê a lavra apenas da Camada Barro Branco.

#### 8.4.5 Obras civis em geral

Na categorização dos riscos relacionados com as obras civis em geral os critérios de qualificação dos riscos foram estabelecidos segundo as implicações que os danos resultantes da subsidência poderiam ocasionar ao patrimônio público e privado.

Os seguintes critérios foram definidos para a qualificação dos riscos relacionados com esse tema:

- Risco baixo: ocorrência de obras rurais (reservatórios para captação da água da chuva, pocilgas e aviários), linhas e torres de transmissão de telefonia;
- Risco médio: ocorrência edificação residencial, comercial ou industrial, rodovia de baixo tráfego;
- Risco alto: ocorrência de gasodutos, usinas e linhas de transmissão de energia, barragens de abastecimento público em rios/drenagens, ferrovia, rodovia de alto tráfego.

#### 8.4.6 Hidrografia

A categorização da hidrografia foi embasada nos critérios utilizados GTA na classificação dos rios e nos danos ambientais que a mineração poderia causar no caso de uma área com subsidência estender-se sob os leitos. Os seguintes critérios foram definidos para a qualificação dos riscos relacionados com esse tema:

- Risco baixo: ocorrência de rios intermitentes;
- Risco médio: nascentes, banhados e os rios perenes afluentes das sub-bacias que drenam as áreas de mineração;
- Risco alto: rios que drenam as áreas de mineração formadores de sub-bacias do rio Araranguá: rio Mãe Luzia, rio Sangão, rio dos Porcos e rio Araranguá.

## 8.5 Valoração das Classes de Dados

A valoração das classes de dados mostrada na Tabela 8-1 foi definida em ordem crescente de importância relativa entre uma e outra camada, considerando-se o que sua ocorrência conjugada com a mineração subterrânea poderia implicar danos ao patrimônio físico e ambiental.

Tabela 8-1: Valoração das classes de dados

| Classes de dados           | Valoração |
|----------------------------|-----------|
| Obras civis em geral       | 1         |
| Hidrografia                | 2         |
| Lavra em mina multicamadas | 3         |
| Hidrogeologia              | 4         |
| Cobertura                  | 5         |
| Geologia estrutural        | 6         |

Fonte: FATMA, 2013

## 8.6 Matriz do Mapa de Riscos

A matriz do mapa de riscos mostrada no Quadro 8-1 integra os elementos necessários para a elaboração do mapa de risco e consiste no agrupamento das camadas de dados em classes, às quais foram associadas a categorização e a valoração dos riscos envolvidos com a mineração subterrânea de carvão.

A coluna correspondente ao ponderador representa os pesos resultantes da multiplicação da valoração das classes os dados e a valoração dos riscos. Desse modo, o mapa de riscos resultante é uma representação do somatório dos pesos atribuídos a cada camada de dado.

No caso de ocorrerem todas as todas as classes de dados, os somatórios dos pesos deverão variar de 16 se todas as camadas pertencerem à categoria de risco baixo até 63 se todas as camadas pertencerem à categoria de risco alto.

Quadro 8-1: Matriz do mapa de riscos

| CLASSES DE DADOS      | DESCRIÇÃO DAS CAMADAS DE DADOS  | CATEGORIZAÇÃO DOS RISCOS COM BASE NO DANO AMBIENTAL E/OU PATRIMONIAL | VALORAÇÃO DAS CLASSES DE DADOS POR ORDEM CRESCENTE DE IMPORTÂNCIA | VALORAÇÃO DOS RISCOS DAS CAMADAS DE DADOS | PONDERADOR PARA A DEFINIÇÃO DOS RISCOS DA MINERAÇÃO DE CARVÃO SUBTERRÂNEA |
|-----------------------|---|--|---|---|---|
| Obras civis em geral  | Açudes, pocilgas, aviários, torres de transmissão de telefonia  | Baixo  | 1   | 1   | 1   |
|                       | Edificação residencial, industrial ou comercial, estrada de baixo tráfego   | Médio  |   | 2   | 2   |
|                       | Gasodutos, usinas, linhas de transmissão de energia, barragens de abastecimento público em rios e drenagens, ferrovia, estrada de alto tráfego, ponte, poço de captação de água   | Alto   |   | 3   | 3   |
| Hidrografia           | Rios intermitentes  | Baixo  | 2   | 1   | 2   |
|                       | Nascentes, banhados, rios perenes e afluentes dos rios da classe 6  | Médio  |   | 2   | 4   |
|                       | Rios formadores de bacias e subbacias da região carbonífera: Mãe Luzia, Pio, Morosini, Kuntz, Fiorita, Albina, Sangão, Criciúma, Manin, Ferreira, Dória, Tonin, Porcos, Araranguá, Carvão, Caeté, Deserto, Cocal, Barbosa, América, Ronco d'Água, Linha Anta, Maior, Urussanga, Bonito, Rocinha, Dez, Minador, Cafundó, Hipólito, Rasto, Amaral, Salame, Palmeiras, Lajeado, Molha, Capivaras, Carrapatos, Oratório e Tubarão | Alto   |   | 3   | 6   |
| Lavra em multicamadas | Mina em nível superior seca   | Baixo  | 3   | 1   | 3   |
|                       | Mina em nível superior parcialmente inundada  | Médio  |   | 2   | 6   |
|                       | Mina em nível superior inundada   | Alto   |   | 3   | 9   |
| Hidrogeologia         | Kv ou Kh menor ou igual a 10-7cm/s  | Baixo  | 4   | 1   | 4   |
|                       | Kv ou Kh maior que a 10-7cm/s e menor do que 10-5 cm/s  | Médio  |   | 2   | 8   |
|                       | Kv ou Kh maior ou igual a 10-5cm/s  | Alto   |   | 3   | 12  |
| Cobertura             | Maior que 60 metros   | Baixo  | 5   | 1   | 5   |
|                       | Maior que 30 metros e menor ou igual a 60 metros  | Médio  |   | 2   | 10  |
|                       | Menor ou igual a 30 metros  | Alto   |   | 3   | 15  |
| Geologia estrutural   | Ausência de estruturas geológicas de origem tectônica   | Baixo  | 6   | 1   | 6   |
|                       | Ocorrência de falhas, fraturas ou intrusões de corpos ígneos  | Médio  |   | 2   | 12  |
|                       | Interseção de falhas, fraturas e/ou intrusões de corpos ígneos  | Alto   |   | 3   | 18  |

Fonte: FATMA, 2013

## 8.7 Representação das Camadas de Dados

A representação das camadas de dados no mapa de riscos, com exceção da cobertura, das estruturas geológicas, das minas em multicamadas e da permeabilidade vertical, deve ser feita a partir de suas dimensões levantadas por meio de levantamento topográfico cadastral, observando-se os limites mínimos de extrapolação determinados no Quadro 8-2 em relação aos objetos de desenho que representam no mapa os elementos levantados pela topografia. No caso do limite de extrapolação a ser considerado para a camada de interseções de estruturas geológicas deve-se considerar a extrapolação de 30 metros a partir do ponto de interseção.

A extrapolação é aplicada para que se definam áreas de influência para todas as camadas de dados e no caso dos mapas elaborados por geoprocessamento em SIG toda a área do mapa possa ser representada por uma matriz composta por células de dimensão mínima de 5 metros.

Quadro 8-2: Representação das camadas de dados

| CLASSES DE DADOS      | CAMADAS DE DADOS  | REPRESENTAÇÃO         | EXTRAPOLAÇÃO MÍNIMA DOS LIMITES DO DESENHO (m) |
|-----------------------|---|-----------------------|--|
| OBRAS CIVIS EM GERAL  | Edificações   | Polilinha ou polígono | 10   |
|                       | Estrada de Alto Tráfego   | Linha                 | 10   |
|                       | Estrada de Baixo Tráfego  | Linha                 | 5  |
|                       | Açude   | Polilinha ou polígono | 10   |
|                       | Barragem para captação de água                                      | Linha                 | 50   |
|                       | Poço de água  | Ponto                 | 10   |
| LAVRA EM MULTICAMADAS | Minas do nível superior secas, parcialmente inundadas ou inundadas  | Polígono              | Não se aplica                                  |
| HIDROGEOLOGIA         | Isolinhas de permeabilidade vertical ou de condutividade hidráulica | Polilinha             | Não se aplica                                  |
| COBERTURA             | Linha de cobertura  | Polilinha             | Não se aplica                                  |
| HIDROGRAFIA           | Nascente  | Ponto                 | 50   |
|                       | Banhado   | Polilinha ou polígono | 50   |
|                       | Drenagem principal  | Linha                 | 10   |
|                       | Drenagem secundária   | Linha                 | 5  |
|                       | Drenagem intermitente   | Linha                 | 3  |
| GEOLOGIA ESTRUTURAL   | Falhas, fraturas, intrusões ígneas                                  | Linha                 | 10   |
|                       | Interseções de falhas, fraturas. Intrusões ígneas                   | Linha                 | 30   |

Fonte: FATMA, 2013

## **8.8 Resultados**

### **8.8.1 Conversão dos dados geográficos para o ambiente de Sistemas de Informações Geográficas**

Consiste na estruturação das camadas de informações dos mapas oriundos da caracterização ambiental da área de estudo, para obtenção dos níveis de informações determinados em metodologia. Após a reestruturação das camadas vetoriais, os mesmos recebem em seus atributos a valoração de acordo com o tipo de dado e de classe.

### **8.8.2 Composição do banco de dados geográfico**

Refere-se ao armazenamento dos dados em um ambiente que possibilita a manipulação e a análise dos dados geográficos das diferentes temáticas empregadas. Os dados vetoriais foram inseridos neste ambiente após a conversão deles para uma estrutura matricial em células de 10 m x 10 m. Essa representação matemática facilita a execução dos cruzamentos dos mapas.

### **8.8.3 Cruzamentos das camadas de informações**

Esta etapa refere-se à obtenção da matriz de valores resultantes do cruzamento espacial entre os diferentes mapas e classes temáticas. Para realização dessa atividade usou-se a calculadora matricial do software QGis 2.6.1.

### **8.8.4 Reclassificação da matriz de valores (definição das classes)**

A reclassificação é uma etapa onde se busca definir intervalos para as classes de risco. Este procedimento implicará nos quantitativos globais referentes à área de abrangência de cada classe. Também implicará na distribuição espacial das classes, e conseqüentemente, nas áreas prioritárias do ponto de vista do gerenciamento de riscos. A metodologia prevê a distinção da escala de valores de risco em três classes, sendo elas alto, médio e baixo risco.

Considerando as possibilidades de representação gráfica desta população de dados constituída pelo valor de risco em cada célula da matriz, buscou-se inicialmente a divisão em três classes iguais, que se apresentou como um excelente mapa para a visualização das áreas prioritárias localizadas próximas às falhas geológicas, que são conhecidamente áreas vulneráveis por natureza. Porém, com a análise deste mapa pode-se identificar pontualmente as áreas de alto risco.

As classes estabelecidas com base nesta reclassificação podem ser observadas na Figura 8-1.

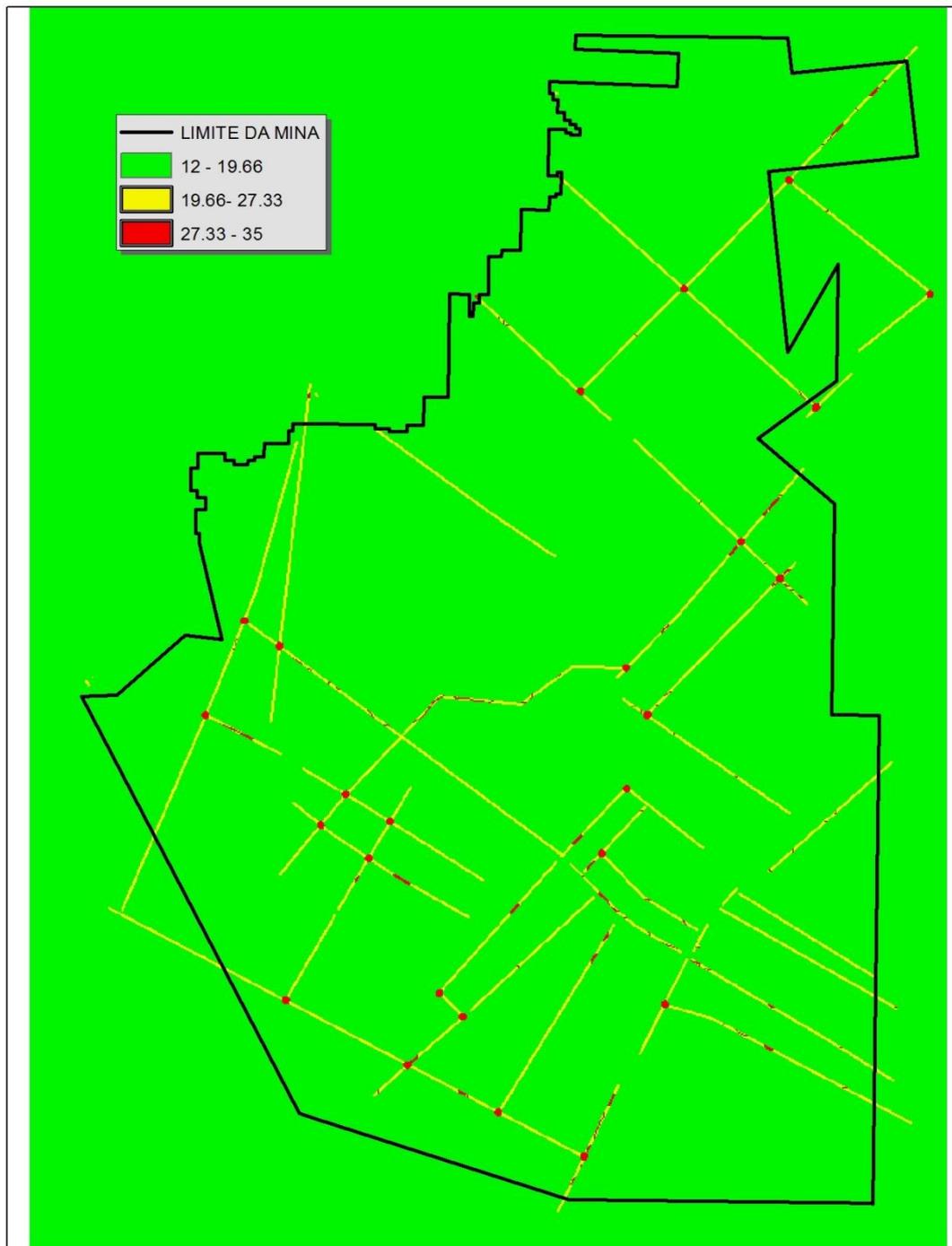


Figura 8-1: Mapa de risco usando a divisão das classes de risco com o critério das Três Classes com Faixas de Amplitudes Iguais.

Outra representação utilizada, esta baseada na análise estatística do histograma da população de dados, foi a de Quebras Geométricas. Esta reclassificação destacou como áreas de alto risco prioritariamente àquelas relacionadas às nascentes, como pode ser visto na Figura 8-2.

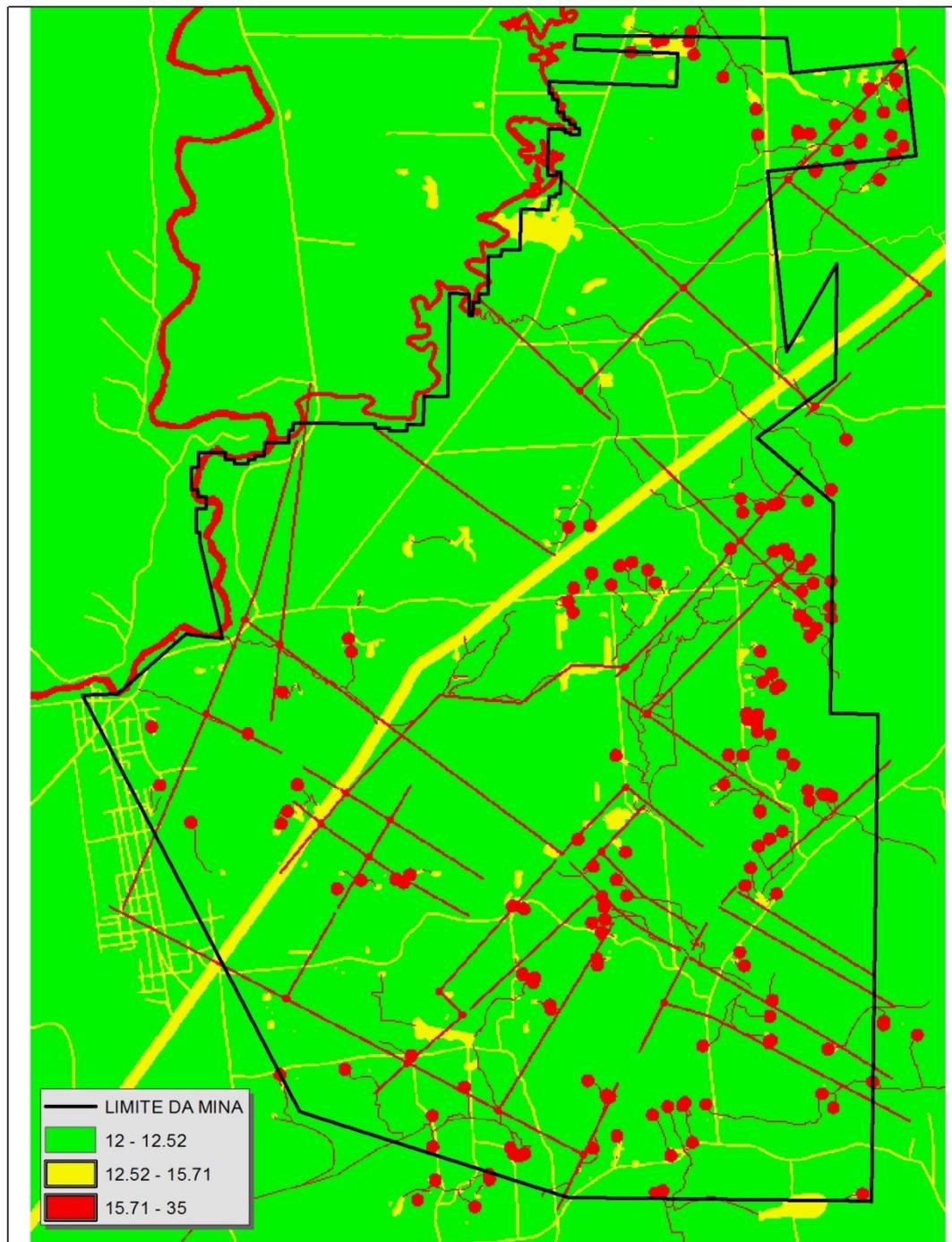


Figura 8-2: Mapa de risco usando a divisão das classes de risco com o critério das Quebras Geométricas.

Estes produtos não impedem de maneira nenhuma as atividades de mineração, apresentam-se apenas como ferramentas direcionadas ao gerenciamento dos recursos alocados em ações preventivas, elencando áreas prioritárias para tais ações.

## 9 REFERÊNCIAS

ANDRADE FILHO, H. R. Aumento da recuperação de lavra da mineração caraíba-Jaguarari Bahia. Congresso Brasileiro de Minas a Céu Aberto e Minas Subterrâneas. 2002, 14 p.

CARVALHO, S. S. de. A importância da definição das áreas de influência (AI's) no licenciamento ambiental para a sociedade. Estudo de Caso: As minas de Caulim no município de Ipixuna do Pará. Dissertação de mestrado em Ciências Ambientais na Universidade Federal do Pará, Belém, 2009

HEEMANN, R.; COSTA, J. C. F., 2008, Emprego da tecnologia de backfilling na gestão de resíduos sólidos da mineração de carvão. CETEM, RJ –Brasil, p. 57-74.

KREBS, A. S. J. . Recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Araranguá - SC: Disponibilidade e conflitos. In: 1º Congresso Mundial Integrado de Água Subterrânea, 2000, Fortaleza. I Congresso Mundial Integrado de Água Subterrânea, 2000.

SCARIOT, A. et al. Efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade: vegetação e flora. In RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. 510p.

TEIXEIRA, M. B., A. B. COURA NETO, U. PASTORE & A. L. R. RANGEL FILHO. 1986. Vegetação. In: Levantamento de recursos naturais. IBGE, Rio de Janeiro, v. 33, p. 541-632.

## 10 APÊNDICES

- I. Projeto do Depósito de Rejeitos
- II. Projeto da Estação de Tratamento da Drenagem Ácida de Mina (ETDAM)
- III. Mapa Desmonte de Pilares – Projeto de Lavra
- IV. Mapas de Risco Ambiental
- V. Anotações de Responsabilidade Técnica da Equipe





II. Projeto da Estação de Tratamento da Drenagem Ácida de  
Mina (ETDAM)



III. Mapa Desmonte de Pilares – Projeto de Lavra





IV. Mapas de Risco Ambiental

V. Anotações de Responsabilidade Técnica da Equipe

