



PRAD
PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA
CARVÃO MINERAL

Antigas áreas de extração a céu aberto: Mina do Campo

Antigas áreas de pátio operacional: Minas do Pilar e Figueira

Área Total do projeto: 7,0 hectares
Município de Lauro Muller/SC.

Criciúma/SC, setembro de 2006

ÍNDICE

1.	INFOMAÇÕES PRELIMINARES	5
1.1.	INTRODUÇÃO	5
1.2.	EMPRESA DE MINERAÇÃO RESPONSÁVEL PELA ÁREA	5
1.3.	EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PRAD	6
1.4.	EQUIPE TÉCNICA	6
1.5.	LEGISLAÇÃO PERTINENTE/REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL.....	6
2.1.	MINA DO CAMPO	9
2.2.	MINA DO PILAR.....	10
2.3.	MINA DA FIGUEIRA.....	11
	ORTOFOTOCARTA PLANIALTIMÉTRICA DAS ÁREAS DO PROJETO	14
	MAPA DE SITUAÇÃO DAS UNIDADES CONSIDERADAS.....	15
	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉRICO CADASTRAL – MINA DO CAMPO.....	16
	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉRICO CADASTRAL – MINA DO PILAR.....	17
	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉRICO CADASTRAL – MINA DA FIGUEIRA.....	18
3.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	19
3.1.	INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	19
4.	SUPERFICIAÍRIOS	20
5.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	20
5.1.	MEIO FÍSICO.....	20
5.1.1.	CLIMA.....	20
5.1.1.1.	PLUVIOMETRIA	21
5.1.1.2.	TEMPERATURA.....	23
5.1.1.3.	EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL	23
5.1.1.4.	EXCEDENTE HÍDRICO	24
5.2.	GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA.....	24
5.2.1.	METODOLOGIA	24
5.2.2.	GEOMORFOLOGIA.....	25
5.2.3.	GEOLOGIA	27
5.2.3.1.	A FORMAÇÃO IRATI	27
5.2.3.2.	FORMAÇÃO PALERMO.....	27
5.2.3.3.	FORMAÇÃO RIO BONITO.....	28
5.2.4.	GEOLOGIA LOCAL.....	33
5.2.4.1.	MINA DO CAMPO.....	33
5.2.4.2.	MINA DO PILAR	35
5.2.4.3.	MINA DA FIGUEIRA	36
5.2.5.	ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS.....	38
5.2.5.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	38
5.2.5.2.	BALANÇO HÍDRICO	39
5.2.5.3.	HIDROGEOLOGIA LOCAL.....	40
5.2.6.	SOLOS	44
5.2.6.1.	METODOLOGIA UTILIZADA	44
	ANÁLISE DE SOLO DAS ÁREAS	45
	ANÁLISE DE SOLO DAS ÁREAS	46
5.2.6.2.	CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS DAS ÁREAS	47
5.2.6.2.1.	MINA DO CAMPO	47
5.2.6.2.1.1.	DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL	47
5.2.6.2.1.2.	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	49
5.2.6.2.1.3.	APTIDÃO AGRÍCOLA.....	49
5.2.6.2.1.4.	ANÁLISE DE FERTILIDADE.....	50
5.2.6.2.2.	MINA DO PILAR	51
5.2.6.2.2.1.	DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL	51
5.2.6.2.2.2.	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	51

5.2.6.2.2.3.	APTIDÃO AGRÍCOLA.....	52
5.2.6.2.2.4.	ANÁLISE DE FERTILIDADE.....	52
5.2.6.2.3.	MINA DA FIGUEIRA.....	53
5.2.6.2.3.1.	DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL.....	53
5.2.6.2.3.2.	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	54
5.2.6.2.3.3.	APTIDÃO AGRÍCOLA.....	54
5.2.6.2.3.4.	ANÁLISE DE FERTILIDADE.....	55
5.2.6.3.	ERODIBILIDADE.....	55
5.2.6.3.1.	FATOR CHUVA (R).....	56
5.2.6.3.2.	FATOR SOLO.....	56
5.2.6.3.3.	FATOR DECLIVIDADE E COMPRIMENTO DE RAMPA.....	56
5.2.6.3.4.	FATOR USO E MANEJO (C).....	57
5.2.6.3.5.	FATOR PRÁTICA CONSERVACIONISTA DE SUPORTE (P).....	57
5.2.6.3.6.	PERDA DE SOLO.....	57
5.2.6.4.	CONCLUSÕES.....	58
5.2.7.	RECURSOS HÍDRICOS.....	58
5.2.7.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	58
5.2.7.2.	BACIA HIDROGRÁFICA.....	58
5.2.7.3.	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS.....	59
5.2.7.4.	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	60
5.2.7.4.1.	PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PIZÔMETROS.....	60
5.2.7.5.	QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	63
5.2.7.6.	RESULTADOS OBTIDOS.....	64
	ANÁLISES DE ÁGUA.....	65
	ANÁLISES DE ÁGUA.....	66
	ANÁLISES DE ÁGUA.....	67
	ANÁLISES DE ÁGUA.....	68
	ANÁLISES DE ÁGUA.....	69
	ANÁLISES DE ÁGUA.....	70
	ANÁLISES DE ÁGUA.....	71
5.3.	MEIO BIÓTICO.....	72
5.3.1.	FLORA.....	72
5.3.1.1.	MINA DO CAMPO.....	72
5.3.1.2.	MINA DO CAMPO.....	72
5.3.1.3.	MINA DA FIGUEIRA.....	72
5.3.1.4.	VEGETAÇÃO HERBÁCEA ALTERADA POR PROCESSOS ANTRÓPICOS (PASTO) 73	
5.3.1.5.	VEGETAÇÃO SUB-ARBUSTIVA ALTERADA POR PROCESSOS ANTRÓPICOS (MOITAS).....	73
5.3.1.6.	VEGETAÇÃO EXÓTICA.....	74
5.3.1.7.	VEGETAÇÃO DE BANHADO.....	75
5.3.2.	FAUNA.....	75
5.3.2.1.	MINA DO CAMPO.....	75
5.3.2.1.1.	AVIFAUNA.....	75
5.3.2.1.1.1.	METODOLOGIA.....	75
5.3.2.1.1.2.	RESULTADOS.....	76
5.3.2.1.2.	MASTOFAUNA.....	78
5.3.2.1.2.1.	METODOLOGIA.....	78
5.3.2.1.2.2.	RESULTADOS.....	78
5.3.2.1.3.	CONCLUSÕES.....	80
5.3.2.2.	MINA DO PILAR.....	80
5.3.2.2.1.	AVIFAUNA.....	80
5.3.2.2.1.1.	METODOLOGIA.....	80
5.3.2.2.1.2.	RESULTADOS.....	81

5.3.2.2.2.	MASTOFAUNA	83
5.3.2.2.2.1.	METODOLOGIA.....	83
5.3.2.2.2.2.	RESULTADOS.....	83
5.3.2.2.2.3.	CONCLUSÕES.....	84
5.3.2.3.	MINA DA FIGUEIRA	84
5.3.2.3.1.	METODOLOGIA.....	84
5.3.2.3.2.	RESULTADOS	85
5.3.2.3.3.	ICTIOFAUNA.....	87
5.3.2.3.3.1.	METODOLOGIA.....	87
5.3.2.3.3.2.	RESULTADOS	87
5.3.2.3.4.	MASTOFAUNA	88
5.3.2.3.4.1.	METODOLOGIA.....	88
5.3.2.3.4.2.	RESULTADOS	89
5.3.2.4.	CONCLUSÕES	90
5.3.3.	MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	91
5.3.3.1.	APRESENTAÇÃO.....	91
5.3.3.1.1.	O MUNICÍPIO DE LAURO MULLER.....	91
5.3.3.1.2.	ASPECTO SÓCIO ECONÔMICOS DA LOCALIDADE DE ITANEMA.....	- 95 -
5.3.3.1.3.	PROPOSTAS MITIGADORAS PARA O MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	- 97 -
6.	IMPACTOS AMBIENTAIS	- 98 -
6.1.	CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS	- 98 -
6.1.1.1.	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	- 98 -
6.2.	DEFINIÇÃO DE SOLUÇÕES DE ENGENHARIA - ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO	- 99 -
6.2.1.	AÇÕES DE MELHORIAS NAS ÁREAS EM RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	- 101 -
6.2.1.1.	MINA DO CAMPO.....	- 101 -
6.2.1.2.	MINA DO PILAR	- 101 -
6.2.1.3.	MINA DA FIGUEIRA	- 101 -
7.	PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	- 103 -
7.1.	PARÂMETROS SELECIONADOS COMO INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL	- 103 -
7.2.	INDICADORES DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	- 103 -
7.2.1.	REDE DE AMOSTRAGEM.....	- 103 -
	MAPA DO SISTEMA DE DRENAGEM E PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	- 104 -
7.3.	INDICADORES DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS-	105 -
7.3.1.	JUSTIFICATIVA.....	- 105 -
7.3.2.	PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PIEZÔMETROS	- 106 -
8.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO E ACOMPANHAMENTO.....	- 109 -
9.	ARTs DOS RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO	- 110 -
9.1.	ART DO ENGº. AMBIENTAL.....	- 111 -
9.2.	ART DO ENGº. AGRÔNOMO	- 112 -
9.3.	ART DO GEÓLOGO.....	- 113 -
9.4.	ART DO BIÓLOGO	- 114 -
9.5.	ART DO GEÓGRAFO	- 115 -
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	- 116 -

1. INFORMAÇÕES PRELIMINARES

1.1. INTRODUÇÃO

O presente PRAD – Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas, tem por objetivo apresentar a situação ambiental atual da área minerada denominada Mina do Campo, e das áreas dos antigos pátios operacionais das Minas do Pilar e Figueira, atualmente em processo de reabilitação ambiental.

A recuperação de áreas mineradas, como aqui concebida, implica na mitigação dos impactos ambientais das atividades que ali se desenvolveram, com o objetivo de restaurar o local ao seu estado original ou o mais próximo possível deste. Isso requer a aplicação de um modelo de solução de problemas que tem início com a coleta sistemática de informações para caracterização da área, seguida da análise de dados. Por este motivo, o projeto também apresenta um diagnóstico ambiental sobre sua situação atual das áreas.

A etapa seguinte, também contemplada, foi à indicação de soluções de engenharia que levem à mitigação dos problemas ambientais diagnosticados e a realização de ensaios que validem estas indicações. O modelo é então complementado com a concepção de um sistema de monitoramento para avaliação, ao longo do tempo, do desempenho da aplicação das soluções, bem como a proposição de medidas compensatórias, que afetem de forma positiva principalmente a comunidade inserida na região onde as minas operaram.

Como as áreas das antigas Minas do Campo, Figueira e Pilar se encontram situadas geograficamente próximas umas das outras, todas na localidade de Itanema, e possuem área superficial relativamente pequena, optou-se pela realização de um projeto ambiental integrado, que contempla as três áreas em questão, todas de propriedade da Ibramil.

1.2. EMPRESA DE MINERAÇÃO RESPONSÁVEL PELA ÁREA

Razão Social:	IBRAMIL – Ibracoque Mineração Ltda.		
CNPJ:	83.942.235/0001-20	IE:	250.518.651
Endereço da sede:	Rodovia Estadual SC-445 – Km 05		
Bairro:	Vila São Jorge	CEP:	88.801-970
Município:	Criciúma	UF:	SC
Fone:	(48) 3431-5455	Fax:	(48) 3431-5466
Email:	fernando@cysy.com.br		

1.3. EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PRAD

Razão Social:	IBRAMIL – Ibracoque Mineração Ltda.		
CNPJ:	83.942.235/0001-20	IE:	250.518.651
Endereço da sede:	Rodovia Estadual SC-445 – Km 05		
Bairro:	Vila São Jorge	CEP:	88.801-970
Município:	Criciúma	UF:	SC
Fone:	(48) 3431-5455	Fax:	(48) 3431-5466
Email:	fernando@cysy.com.br		
Resp. Técnico:	Engº. Ambiental Fernando Daniel Pereira	CREA:	70949-2

1.4. EQUIPE TÉCNICA

Os trabalhos desenvolvidos para elaboração deste PRAD são de responsabilidade dos profissionais abaixo descritos:

NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO
Fernando Daniel Pereira	Engenheiro Ambiental	Coordenador
Wilson Ricardo de Oliveira	Geólogo	Geologia, Geotecnia e Geomorfologia
Jeffersson da Silva Garcia	Engenheiro Agrônomo	Vegetação, Clima e Solos
Ricardo Vicente	Biólogo	Fauna
Vanelli Ferreira de Oliveira	Geógrafa	Sócio-economia

1.5. LEGISLAÇÃO PERTINENTE/REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL

Partindo da Constituição de 1988, que determina que todos tem o direito e o dever de proteger o meio ambiente, pressupõe que deve sempre haver um compromisso recíproco entre o poder público, o empreendedor e o cidadão na busca pelo agora desenvolvimento sustentável, pois no artigo 23 estabelece a competência comum dos Estados, Distrito Federal e Municípios para cuidar da saúde, proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas.

O artigo 129 define a função do Ministério Público em promover o inquérito civil e a ação pública, para a proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos.

O código de mineração, decreto lei 227, de 20/02/1967, estabelece em seu artigo 47 que o titular da concessão se obrigará além das condições gerais que constam desse código ainda às seguintes. (.....)

8 - Responder pelos danos e prejuízos a terceiros que resultarem direta ou indiretamente da lavra;

9 - Preservar a segurança e a salubridade das habitações existentes no local;

10 - Evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos;

11 - Evitar poluição do ar ou da água que possa resultar dos trabalhos de mineração.

Ainda um grande número de dispositivos legais se refere a proteção do meio ambiente:

O decreto lei n.º 1.413, de 14 de agosto de 1975 dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.

A lei n.º 4.771, de 15 de Setembro de 1965, institui o novo código florestal destacando-se os artigos 1º, 2º, 3º, 10º, 26º.

O decreto n.º 76.389 de outubro de 1975 dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial de que trata o Decreto Lei N.º. 1413 de 14/08/1975.

A portaria n.º 053, de 01 de março de 1979, estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação.

A lei n.º 6.803 de 02 de julho de 1980 dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.

O decreto n.º 85.206 de 25 de setembro de 1980 enquadra a região sul de Santa Catarina, como a 14ª Área Crítica Nacional para fins de controle da poluição.

A lei n.º 5.793 de 15 de outubro de 1980 dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências.

A lei n.º 6.938 de 31 de agosto de 1981 dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

A portaria interministerial n.º 917 de 06 de julho de 1982 MME/MIC/MT/MINTER determina que todas as empresas de mineração devem apresentar à SEMA e ao DNPM projetos de tratamento de efluentes líquidos, transporte e disposição de rejeitos sólidos e de recuperação da área minerada, no prazo de 180 dias.

O decreto n.º 19.380 de 11 de maio de 1983 a SEMA transfere à FATMA as competências relativas à execução do controle da proteção ambiental.

A lei n.º 7.347 de 24 de julho de 1985 disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, histórico, turístico e paisagístico.

O decreto n.º 92.302 de 16 de janeiro de 1986 regulamenta o fundo para reconstituição de bens lesados de que trata a lei n.º 7347 de 24/07/1985.

O decreto n.º 97.632, de 10 de Abril de 1989, dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, Inciso VIII, da lei n.º 6.938, de 31 de Agosto de 1981, e dá outras providências, Art. 1º - Os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um Plano de Recuperação de Área Degradada.

A lei n.º 7.754, de 14 de abril de 1989, estabelece medidas para proteção das florestas estabelecidas nas nascentes dos rios e dá outras providências. Art. 1º, 2º.

A lei n.º 9.605, de fevereiro de 1998 e seu decreto regulamentador 3.179, de setembro de 1999, estabelece medidas penais em proteção ao meio ambiente. *É a lei de crimes ambientais.*

A lei n.º 9.985 de 18 de julho de 2000 estabelece o sistema nacional de unidades de conservação, definindo os diversos tipos de áreas protegidas.

No estado de Santa Catarina, a legislação principal de proteção ambiental é estabelecida na lei 5.793 de outubro de 1980 e seu decreto regulamentador 14.250, de junho de 1981.

Além das leis acima descritas, sujeitas a constantes modificações, há de se destacar as resoluções emitidas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.

No quadro a seguir são descritas as principais resoluções do CONAMA aplicáveis:

Resolução CONAMA	Data de publicação	Referência
01/86	23/01/1986	Avaliação de impacto ambiental
01/90	08/03/1990	Emissão de ruídos.
03/90	28/06/1990	Padrões de qualidade do ar
09/90	06/12/1990	Licenciamento ambiental extração mineral
02/96	18/04/1996	Compensação por danos ambientais.
237/97	19/12/1997	Critérios de licenciamento ambiental.
357/05	17/03/2005	Padrões e uso das águas.

Também é importante destacar, dentre outras, as normas NBR 10.151 que trata dos ruídos, 10.004 e 10.006 que dispõem sobre classificação e solubilização de resíduos sólidos, respectivamente, a NBR 9.547 sobre material particulado e finalmente a NBR 13.030, que trata da apresentação de *planos ou projetos de recuperação de áreas degradadas*.

Deve-se observar também o disposto nas Normas Reguladoras de Mineração, para efeito do presente projeto principalmente a NRM-21, que dispõe sobre a reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas.

2. IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

2.1. MINA DO CAMPO

A antiga área denominada Mina do Campo está localizada à cerca de 300 metros do distrito de Itanema, no município de Lauro Muller/SC.

O acesso à área é realizado utilizando-se a estrada que liga Itanema ao distrito de Santana, este último inserido no município de Urussanga, sendo que nos últimos 50 metros se utiliza uma estrada vicinal que servia de acesso às antigas minas de carvão desativadas da região.

A Mina do Campo operou com a proposta de extração de carvão e rejeitos a céu aberto, com posterior recuperação das áreas mineradas. A lavra foi terceirizada e executada sob a responsabilidade da Empresa Vale – Beneficiamento de Carvão Mineral.

O projeto contemplou uma área de aproximadamente 4,0 hectares, dos quais cerca de 1,5 hectares encontravam-se degradados pela deposição a céu aberto de rejeitos carbonosos recuperáveis, provenientes das operações em sub-solo na área da antiga Mina 11. Esta antiga mina era de propriedade da massa falida Carbonífera Barro Branco, titular da Concessão de Lavra no DNPM-MME.

O projeto Mina do Campo resultou em um planejamento de recuperação das áreas mineradas e degradadas concomitantemente à fase de lavra, que contemplou os detalhes básicos para o sucesso do mesmo, como o fechamento de todas as “bocas de minas” inseridas na área, bem como a manutenção das drenagens existentes próximo à mesma; além, é claro, de outros comprometimentos como a recomposição topográfica e revegetação, através de introdução de espécies rasteiras visando principalmente a estabilidade do terreno e o controle de processos erosivos.



Figuras 1 e 2 – Vista geral da antiga área da mina do Campo em dezembro de 2000, anteriormente ao processo de mineração a céu aberto com aproveitamento dos rejeitos expostos.



Figuras 3 e 4 – Vista geral da antiga área da mina do Campo em dezembro de 2005, posteriormente ao processo de mineração a céu aberto. Observa-se a retirada dos rejeitos e a área revegetada com gramíneas rasteiras.

O minério (ROM) produzido por esta mina era transportado por estradas vicinais até a localidade de Guatá, onde se localizava a unidade de beneficiamento e depósito de rejeitos da Empresa Vale, responsável pela lavra.

2.2. MINA DO PILAR

A Mina do Pilar também está situada na localidade de Itanema, nas proximidades da Mina do Campo. O acesso à área pode ser feito a partir de Itanema seguindo à sudoeste por estrada vicinal cerca de 750m, em direção às localidades de Santa Rosa e Portão, adentrando a porção norte da área.

A Mina do Pilar operou na década de 80, e desenvolveu uma embocação visando o aproveitamento de carvão em sub-solo contido nos pilares da antiga Mina 8A, de propriedade da massa falida Carbonífera Barro Branco.

A superfície alterada do terreno é devido à deposição de material da embocação e atingiu pequena proporção, cerca de 1,0 ha.

A recuperação ambiental da Mina do Pilar iniciou-se com a retirada do carvão anteriormente depositado neste local e o isolamento completo da “boca de mina”. Este isolamento foi realizado utilizando o material existente no local da área a ser recuperada, separando-se solo, rocha e argila em sua seqüência estratigráfica original, com reabilitação da área de empréstimo.

Assim que os trabalhos de fechamento da “boca da mina” foram concluídos, revegetou-se a área utilizando-se mudas de gramíneas do próprio local.



Figuras 3 e 4 – Vista da área a partir da estrada de acesso ao pátio da antiga mina do Pilar em dezembro de 2005, onde foi efetuado o isolamento do plano inclinado e posterior recomposição topográfica, estabilização do terreno e plantio de vegetação rasteira, inclusive na área de empréstimo.

2.3. MINA DA FIGUEIRA

A Mina da Figueira, como as minas do Campo e Pilar, situa-se na localidade de Itanema, à sudoeste destas áreas.

Esta mina foi desenvolvida em subsolo, fazendo parte da área relativa à Mina IBM-01, tendo sido denominada de “mina” pela necessidade de construção de um plano inclinado para acessar a porção norte da área da Mina IBM-01 distanciada do Poço Principal, com o objetivo de facilitar o transporte da produção e deslocamento de pessoal, reduzindo também os custos operacionais.

A superfície foi alterada em função da extração do material realizada para construção deste plano, pela construção da estrada de acesso e pelo pátio de depósito do ROM, restringe-se a uma área de aproximadamente 2,0 ha.

As obras de reabilitação ambiental realizadas contemplaram o desvio de um canal de drenagem que cruzava o interior da área degradada, para que se pudessem efetuar os trabalhos de recomposição topográfica e paisagística no interior da mesma e, ao mesmo tempo, impedisse que as águas provenientes deste canal fossem contaminadas e, conseqüentemente, as drenagens imediatamente à jusante da área da mina.



Figuras 5 e 6 – Carregamento dos furos com explosivo para abertura de canal de desvio e detonação para abertura do referido canal, durante a fase de recuperação ambiental iniciada no ano de 2001.

Locais com rejeitos expostos em sua grande maioria foram retirados e transportados até o depósito de rejeitos da Mina IBM-01.

A estrada interna teve seus rejeitos removidos, foi aterrada com argila e capada com uma camada de saibro. A área do pátio da mina foi sinalizada e completamente cercada com moirões de eucalipto e fios de arame farpado.



Figuras 7 e 8 – Alargamento de via de acesso à área para utilização da argila na recuperação ambiental, cercamento e preparação do terreno para plantio, realizado durante o ano de 2001.

Diversas obras de drenagem foram efetuadas para evitar o surgimento de processos erosivos; a revegetação tanto nos taludes formados pela recomposição topográfica, quanto nas margens da estrada interna, visando à estabilidade do terreno.



Figuras 9 e 10 – Vegetação do tipo “brachiária decumbes” em pleno desenvolvimento no interior da área recuperada já no início de 2002 e construção de drenagens para evitar o surgimento de processos erosivos.

As minas do Pilar e Figueira abasteciam com ROM o lavador da Mina IBM-01 da Ibramil, localizado à aproximadamente 5 km destas áreas, onde se encontravam também os escritórios, oficinas, almoxarifado, depósito de explosivos e instalações de apoio da empresa. Desta forma, os rejeitos oriundos deste beneficiamento também eram colocados na área do depósito de rejeitos da Mina IBM-01.

Os mapas a seguir demonstra a localização geográfica das áreas estudadas através de ORTOFOTOCARTAS obtidas do DNPM, a localização das unidades consideradas em relação às áreas de beneficiamento, e o levantamento planialtimétrico cadastral em escala 1:2.000 realizado em cada área.

ORTOFOTOCARTA PLANIALTIMÉTRICA DAS ÁREAS DO PROJETO

MAPA DE SITUAÇÃO DAS UNIDADES CONSIDERADAS

LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉRICO CADASTRAL – MINA DO CAMPO

LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉRICO CADASTRAL – MINA DO PILAR

LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉRICO CADASTRAL – MINA DA FIGUEIRA

3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

As atividades de extração mineral por parte da empresa Ibramil encontram-se paralisadas nas Unidades da Mina da Figueira e Mina IBM-01, devido principalmente à situação econômica da empresa na década de 90, somada às dificuldades encontradas na lavra por apresentar uma camada de carvão inferior a 1,50 metros de altura, não compensando o realce de suas galerias para uma melhor ergonomia dos funcionários, resultando numa baixa recuperação final e custos operacionais elevados.

Em relação à mina do Pilar, esta encontra-se com suas reservas esgotadas desde 1985. A Mina do Campo, conforme anteriormente descrito, trabalhou com extração de carvão a céu aberto e recuperação dos rejeitos carbonosos depositados nas adjacências da antiga Mina 11, de propriedade da massa falida Carbonífera Barro Branco.

Considerando-se que diversas obras visando à reabilitação ambiental das áreas da mina do Campo, Pilar e Figueira já foram realizadas, este Projeto de Recuperação Ambiental das Áreas Degradadas sugere a apresentação de um diagnóstico ambiental das mesmas, bem como um projeto específico de melhorias das obras já realizadas com uma proposta de monitoramento a longo prazo, além de constantes avaliações e acompanhamento sistemático do processo de recuperação ambiental destas áreas.

Assim sendo, será possível apresentar a situação ambiental atual das referidas áreas, bem como propor medidas de melhorias que se julguem necessárias, no intuito de garantir que as obras já realizadas atingirão o objetivo esperado, ou seja, de retornar estes sítios anteriormente degradados a uma nova forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para uso do solo.

3.1. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

A empresa Ibramil não é mais detentora de cota fornecimento de carvão energético para a Usina Termelétrica Jorge Lacerda da Tractebel, tendo vendido a sua parte (cerca de 2% na época) para a empresa Carbonífera Belluno.

Recentemente, mais precisamente em maio de 2006, a empresa Ibramil negociou a área do depósito de rejeitos da Mina IBM-01 e todo o sistema de beneficiamento (lavador, bacias, etc.) com a Empresa Carbonífera Siderópolis Ltda., que após longo período de pesquisa mineral e ensaios de beneficiamento realizados no material proveniente desta área, mostrou-se interessada no aproveitamento econômico destes rejeitos, assumindo para tanto o passivo ambiental existente na área.

Buscando viabilizar este projeto e cientes de suas responsabilidades, representantes da área técnica e jurídica da Carbonífera Siderópolis estiveram reunidos com o Ministério Público Federal. Nesta reunião, ficou acordado que para realizar o aproveitamento dos rejeitos do depósito da Ibramil, a Carbonífera Siderópolis deverá, concomitante à lavra, recuperar totalmente as áreas degradadas, de acordo com projetos técnicos devidamente aprovados pelos órgãos competentes como FATMA e DNPM.

4. SUPERFICIÁRIOS

O quadro abaixo relaciona os superficiários das antigas áreas mineradas sob responsabilidade da Ibramil:

UNIDADE MINEIRA	SUPERFICIÁRIOS
Campo	Mineração São Domingos
	Maria Pandini
	Ademir Goulart
Pilar	Massa falida da Carbonífera Barro Branco
Figueira	Ibramil – Ibracoque Mineração Ltda.

5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5.1. MEIO FÍSICO

5.1.1. CLIMA

No município de Lauro Muller não há estação meteorológica oficial. Desta forma, utilizou-se como base de dados para o levantamento climático da região do estudo a Estação Climatológica (Principal) de Urussanga, administrada pela EPAGRI - INMET (Estação de Pesquisa Agrícola - Instituto Nacional de Meteorologia), a 28° 31' de longitude Sul e 49° 19' de longitude oeste, e com 48,17m de altitude em relação ao nível do mar.

O clima é resultante da seqüência de tempos momentâneos que de forma cíclica estabelecem a média de determinada área ou região. Faz-se necessário então, o estudo desses tempos momentâneos cujos fatores dinâmicos principais são as massas de ar. Neste contexto, as que atuam na região são: Massa Polar Atlântica, Massa Tropical Atlântica, Massa Oclusa ou também conhecida como Frente Oclusa ou Lestada e Massa Tropical Continental.

Massa Tropical Atlântica: Origina-se anticiclone semifixo do Atlântico Sul, entre o Brasil e a África. Essa massa de ar é quente, úmida e de tempo bom. A sua frente – frente tropical atlântica – no município de Lauro Muller é caracterizada pelo vento nordeste, com tempo bom e calor.

Massa Polar Atlântica: Tem origem no anticiclone que se forma nas imediações do extremo sul do continente. Tem as características de tempo bom e frio. Inicialmente com sentido predominante de sudoeste, a sua frente – frente polar – ao avançar atingindo superfícies sucessivamente mais quentes, vai adquirindo propriedades de instabilidade. Na área é o vento sul predominantemente com chuvas, normalmente acompanhado de nuvens cúmulus – nimbus com trovoadas. Essa condição de vento sul com chuvas prevalece durante uma média de 2 ou 3 dias, vindo em seguida o interior da massa onde predomina o tempo bom ou frio.

Massa Oclusa ou Frente Oclusa ou Lestada: Essa massa é úmida e alternada em quente e fria. No seu domínio predomina o tempo ou o clima de Monções – do mar para a terra com chuvas. Se forma e se desloca numa espécie de “corredor” entre os anticiclones polar e tropical atlântico, isto é, infiltra-se entre os dois quando esses estão com forças equilibradas. Nessas

condições, a diferença de aquecimento entre a terra e o mar faz com que o aquecimento do continente estabeleça uma condição de ciclone (pressão mais baixa que sobre o mar) e da diferença de pressão ocorre o deslocamento da massa mar-terra. Devido a grande umidade trazida, ao se aproximar e invadir o continente, adquire as condições de precipitação. Na região essa frente é caracterizada por vários dias de chuva (4, 6, 8) e é sob essa que ocorrem as conhecidas enchentes do litoral catarinense. Sua dissipação ou seu deslocamento da área só ocorre quando há o avanço sobre o local da massa polar ou da massa tropical.

Baixa do Chaco: Conforme o próprio nome é um ciclone semi-fixo que predomina sobre a região do Chaco. Tem as características de quente e seca. Dificilmente atinge as redondezas de Lauro Muller, mas periodicamente, principalmente em certos verões, se desloca e cobre todo o Sul do país, sendo responsável por longo período de seca.

O clima da região é Mesotérmico do tipo temperado; a máxima intensidade pluviométrica ocorre no verão, enquanto a precipitação mínima ocorre no inverno. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, enquanto as temperaturas mais baixas ocorrem nos meses de junho e julho.

O clima da região carbonífera é caracterizado pela ação de massas de ar intertropicais quentes e massas polares frias, sendo as últimas responsáveis pelo caráter mesotérmico do clima, de efeito acentuado, porém atuando em ondas esparsas, que são dominadas parcialmente pelas massas intertropicais - “Tropical Atlântica” de ação complementar. As oscilações da frente polar que atingem o território catarinense durante todo o ano, imprimem sobre o seu clima dois aspectos característicos, a instabilidade do tempo e a elevada pluviosidade no decorrer do ano.

Segundo o sistema de classificação climático de *Köppen*, a região carbonífera se enquadra no clima do grupo C - mesotérmico, uma vez que as temperaturas médias do mês mais frio estão abaixo dos 18°C e acima de 3°C e neste grupo, ao tipo (f) sem estação seca distinta, pois não há índices pluviométricos mensais inferiores a 60 mm.

Quanto à altitude da região, o clima se distingue por subtipo de verão (a) com temperaturas médias nos meses mais quentes de 28°C (Cfa).

5.1.1.1. PLUVIOMETRIA

A rede pluviométrica regional atende a recomendação da Organização Meteorológica Mundial, que estabelece a instalação de um pluviômetro a cada 250 km², em terreno plano. As Estações Meteorológicas de Orleans e de Urussanga, preenchem os requisitos básicos necessários às observações hidrometeorológicas utilizadas.

Os dados obtidos junto a Estação Meteorológica de Orleans (figura 11) atestam que o índice pluviométrico anual médio histórico é de 1530 mm e, para a Estação Meteorológica de Urussanga observa-se um índice pluviométrico médio histórico de 1474,9 mm.

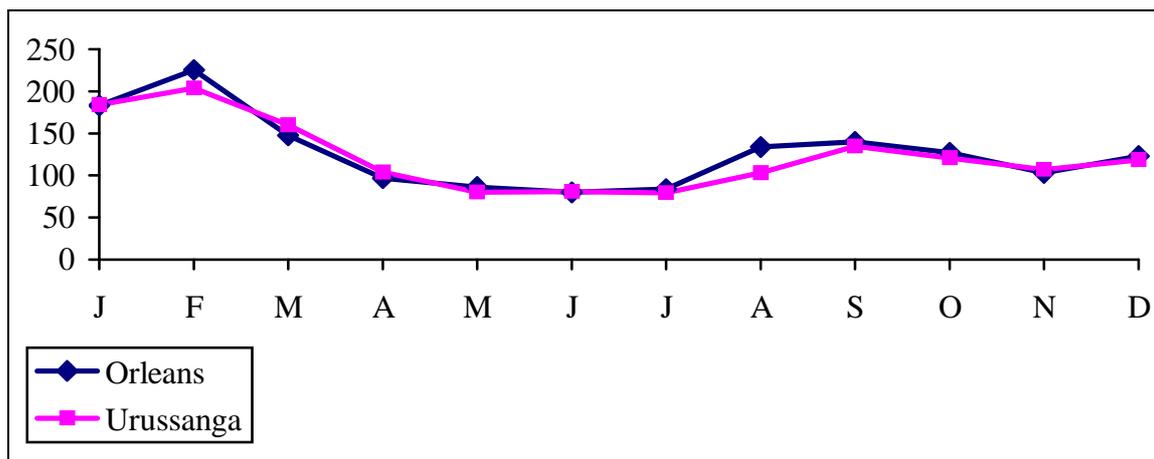


Figura 11 – Precipitação pluviométrica (média em mm) mensal medida.

O regime pluviométrico da região pode ser definido da seguinte maneira: os meses de setembro a março representam as maiores médias mensais, e os meses de abril a agosto representam as médias mensais menores. As chuvas que atingem o Estado estão intimamente ligadas ao avanço da frente polar, formada pela superfície de contato entre as massas de ar tropical.

Generalizando, as chuvas estão distribuídas por todo o ano, havendo uma diferença considerável entre as médias mensais dos meses de maior e menor precipitação. Elas mostram uma distribuição bastante equilibrada entre as estações do ano. As variações de pluviosidade de um ano para outro se deve exclusivamente à dinâmica atmosférica que rege as condições de deslocamento das massas de ar.

Nas estações frias as chuvas em geral são prolongadas e de intensidade média a fraca, enquanto que nas estações quentes as chuvas são de curta duração, mas de grande intensidade. Estes fatores fazem com que o balanço hídrico se torne mais desfavorável nas estações quentes, sem falar na ação da temperatura.

Na tabela abaixo se encontram os dados de precipitação mensal dos últimos 15 anos medidos pela estação de Urussanga.

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL (mm)														
Ano	Jan.	Fev.	Mar	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez	Soma	Média
1987	234,30	266,80	91,60	135,40	235,60	118,30	171,70	243,00	77,20	302,60	118,40	116,00	2110,9	175,91
1988	240,20	108,00	124,60	154,00	58,50	88,00	30,30	15,10	187,70	120,10	79,50	126,70	1332,7	111,06
1989	292,40	156,80	131,80	149,80	140,20	55,40	*	74,50	254,00	59,70	57,80	121,80	1494,2	135,84
1990	177,20	249,00	77,80	157,20	110,70	83,90	78,40	63,50	142,60	226,20	186,20	228,60	1781,3	148,44
1991	155,40	101,80	68,90	120,10	19,10	89,10	43,60	68,90	46,90	135,00	243,60	220,50	1312,9	109,41
1992	115,20	215,20	144,60	31,70	261,70	48,00	112,20	119,40	116,90	65,30	109,50	58,60	1398,3	116,53
1993	333,00	220,00	152,60	103,10	63,40	39,90	219,80	24,90	207,40	127,50	82,20	302,80	1876,6	156,38
1994	94,50	335,60	*	*	411,60	79,20	116,90	29,90	27,20	130,30	110,00	130,20	1465,4	146,54
1995	372,50	289,60	118,50	47,70	29,90	123,10	157,10	70,00	110,60	135,10	101,80	457,00	2012,9	167,74
1996	418,30	227,50	157,00	103,70	78,30	123,90	63,30	171,30	193,60	128,00	60,10	225,60	1950,6	162,55
1997	328,70	327,10	39,30	62,30	149,50	195,30	118,90	272,60	118,90	272,60	198,90	79,50	2163,6	180,30
1998	199,50	332,80	356,10	104,70	66,30	103,50	102,20	137,80	148,60	146,80	66,90	137,00	1902,2	158,51
1999	52,60	217,80	175,60	120,90	44,60	60,40	129,10	38,00	48,90	120,80	107,10	64,20	1180,0	98,33
2000	150,00	149,10	231,10	188,40	52,00	46,80	123,70	97,40	124,20	143,30	240,60	297,30	1.843,9	153,66
2001	250,4	374,4	77,3	151,1	161,6	80,7	163,0	53,0	254,1	120,2	206,7	140,5	2033,0	169,41
2002	164,50	138,90	207,80	80,90	107,80	142,40	75,30	78,80	83,80	228,00	226,20	273,90	1806,3	150,53
Média	200,38	228,91	160,86	107,69	105,66	88,96	112,52	101,82	119,08	131,81	130,06	184,58	1680,4	140,10

Fonte: INMET/EPAGRI-SC - 1987-2002. Urussanga.

5.1.1.2. TEMPERATURA

As informações referentes à temperatura são provenientes da estação pluviométrica de Orleans e Urussanga. As temperaturas mais elevadas foram registradas para os meses de janeiro (23,8°C) e fevereiro (23,4°) e a média mais baixa no mês de julho 14°C.

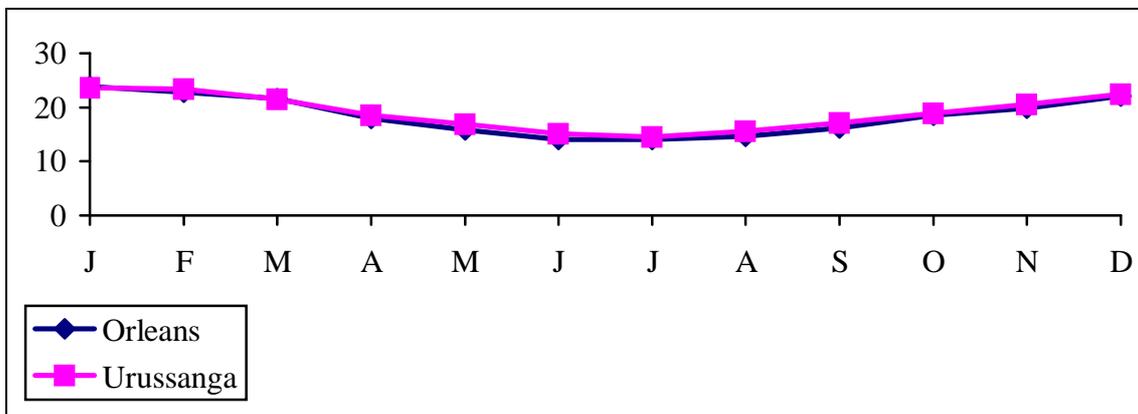


Figura 12 – Temperatura (média em °C) mensal medida.

Os meses de temperatura mais elevada são dezembro, janeiro e fevereiro. Os meses mais frios são junho, julho e agosto. A temperatura média anual nas estações meteorológicas foram 18,3°C e 19°C respectivamente e, a diferença entre a temperatura de verão e a de inverno está em torno de 10°C.

5.1.1.3. EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

Com relação à evapotranspiração potencial, se observa que os maiores valores ocorrem nos meses de outubro a março, e os valores mais baixos nos meses de abril a setembro.

Nos gráficos obtidos pelas séries históricas de pluviometria e evapotranspiração potencial, observa-se que ocorre uma distribuição desuniforme, isto é, maiores valores nas estações mais quentes e menores valores na estação mais fria.

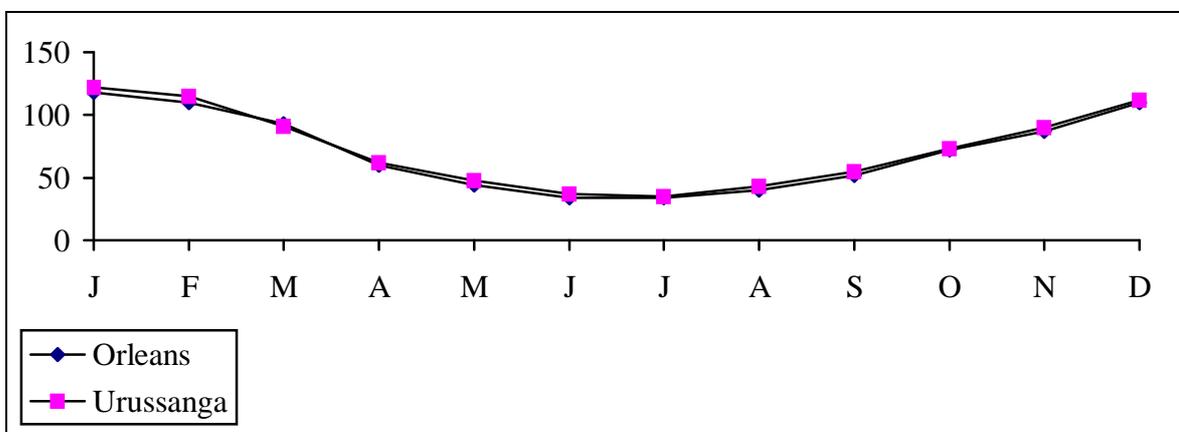


Figura 13 – Evapotranspiração potencial (média em mm) mensal medida.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MENSAL (mm)														
Ano	Jan.	Fev.	Mar	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez	Soma	Média
1987	126,02	103,39	112,57	67,65	37,57	29,59	40,23	45,78	68,97	88,30	131,88	127,55	979,5	81,63
1988	132,06	112,68	114,14	66,43	38,78	29,27	38,96	59,96	65,77	110,55	140,92	134,74	1044,3	87,02
1989	116,83	108,91	97,60	66,77	46,95	31,50	34,69	55,59	65,56	102,75	129,19	139,47	995,8	82,98
1990	119,14	117,57	98,20	71,16	46,43	32,22	32,59	60,59	71,28	103,51	121,05	137,07	1010,8	84,23
1991	131,37	121,95	107,39	71,58	55,83	38,22	38,32	57,83	81,02	112,20	108,71	129,72	1054,1	87,85
1992	124,30	129,61	105,06	76,09	44,97	38,22	37,59	52,35	74,83	114,69	131,64	151,56	1080,9	90,08
1993	130,34	99,10	94,02	73,01	51,44	31,81	35,56	56,35	67,77	101,71	135,81	138,51	1015,4	84,62
1994	124,67	95,87	101,91	72,80	51,98	36,81	42,48	55,68	83,39	91,78	111,10	129,90	998,4	83,20
1995	119,47	91,38	98,74	70,69	40,85	29,48	37,33	51,58	72,86	89,09	119,41	138,59	959,5	79,96
1996	119,39	106,22	83,33	72,28	43,96	28,96	31,62	54,42	73,41	98,38	128,76	127,58	968,3	80,69
1997	96,96	77,60	87,60	80,32	55,84	52,40	46,72	59,36	58,80	59,36	82,40	113,12	870,5	72,54
1998	98,16	82,72	86,56	59,36	57,20	40,64	42,48	47,36	46,48	80,96	104,80	128,08	827,3	68,90
1999	98,96	68,08	91,68	50,96	49,20	40,88	42,00	70,88	71,36	82,96	111,92	121,52	900,4	75,03
2000	110,50	88,40	85,30	82,10	75,40	57,80	69,20	88,80	89,20	109,10	98,30	109,70	1063,8	88,65
2001	89,20	80,10	98,40	79,80	68,30	63,20	64,60	95,00	85,40	134,90	124,00	135,60	1118,5	93,21
Média	115,82	101,11	97,50	70,73	50,98	38,73	42,29	60,77	71,74	98,68	118,66	130,85	997,86	83,16

5.1.1.4. EXCEDENTE HÍDRICO

Não existem dados anuais médios históricos com ocorrência de déficit hídrico na região. Apesar de frequentemente isto ocorrer no mês de novembro. Pelas planilhas da estação de Urussanga acima, considerados de 1987 a 2001, tem-se um excedente hídrico que é resultante da diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial da ordem de 674,14 mm/ano (40,32 %) ou média de 56,18 mm/mês, ou seja, um pouco superior à média histórica de 670 mm/ano (45,43%) ou 55,83 mm/mês.

Os fatores climáticos diagnosticados são altamente favoráveis para culturas agrícolas, mas pouco favoráveis a atividades de mineração e atividades industriais a céu aberto, devido à elevada precipitação e números de dias chuvosos. De forma geral, como nas áreas em questão as atividades operacionais encontram-se paralisadas, ressalta-se que a chuva constitui a forma principal de precipitação de água meteórica, sendo neste caso o principal agente de lixiviação para os rejeitos do carvão mineral, principalmente os expostos, em áreas adjacentes não reabilitadas.

5.2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

5.2.1. METODOLOGIA

A metodologia de trabalho adotada para a elaboração dos estudos geomorfológico, geológico e hidrogeológico sobre o ponto de vista ambiental, teve como ponto de partida a abordagem de dois aspectos fundamentais, ou seja, o conhecimento dos projetos regionais, locais e específicos das áreas estudadas e o levantamento dos fatores ambientais, de modo a caracterizar o cenário atual.

Assim, para o levantamento dos aspectos geomorfológico-geológicos e hidrogeológicos, houve a necessidade de interpretação de fotografias aéreas, trabalhos de campo, observações regionais e locais, e mesmo trabalhos de escritório para tratamento dos dados fornecidos pela empresa, além de suporte bibliográfico afim de complementar as informações mais relevantes para o referido tema.

As áreas estudadas foram antigamente utilizadas como pátios de manobras de equipamentos e estocagem de ROM, que eram encaminhadas às usinas de beneficiamento, além da deposição de estéreis (argilitos, siltitos e arenitos), resultado também da construção das embocações para acesso ao sub-solo.

Como a região foi palco de intensa atividade minerária, principalmente subterrânea, entre os anos 80 e 90, foram produzidos inúmeros documentos e informações dispersas nos mais diversos órgãos institucionais/governamentais e mesmo no arquivo da empresa. Documentos importantes investigados incluem atividades de pesquisa mineral (sondagens profundas, mapeamento geológico, levantamentos topográficos de detalhe, etc), monitoramento e lavra de carvão, entre outros. Resgatou-se ainda a informação de que diversos documentos da empresa Ibramil foram extraviados na época de greves e manifestações, por consequência do fechamento da mina e demissão de diversos funcionários, que depredaram parte do patrimônio da mina em sinal de protesto.

Também foram utilizadas informações obtidas da Secretaria da Agricultura, do Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, do Estado de Santa Catarina, Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM – MME, junto ao seu escritório de Criciúma, dados do IBGE, Projeto RADAMBRASIL, Programa de Levantamento Geológico Básico da CPRM, IG – Instituto Geológico do Estado de São Paulo, entre outros órgãos governamentais.

Como base principal de estudo, utilizaram-se fotografias aéreas na escala 1: 20.000 de agosto de 2002 e carta planialtimétrica do IBGE (1:50.000), da Folha de Orleans SH-22-X-B-I-3, ortofotocartas em escalas de detalhe e mapas topo-cadastrais de detalhe fornecidos pela empresa. Também foram utilizadas informações detalhadas de furos de sondagem, realizados pela SONDOMINAS em 1978 e CPRM-DNPM em 1982.

Foram também consideradas as análises físico-químicas de águas superficiais e subterrâneas coletadas pela equipe da empresa, para complementação de dados do presente Diagnóstico e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, laudos realizados pelo Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT da UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense e UNISUL.

5.2.2. GEOMORFOLOGIA

O contexto geomorfológico no qual estão inseridas as áreas em fase de recuperação ambiental, situadas na localidade de Itanema, município de Lauro Muller, foi em parte modificado, localmente, em função das grandes pilhas de material estéril, material descartado do processo de lavra das camadas de carvão subterrâneas, sob responsabilidade de diversas empresas. As minas subterrâneas, no entanto, pouco modificou os aspectos morfológicos mais importantes do relevo.

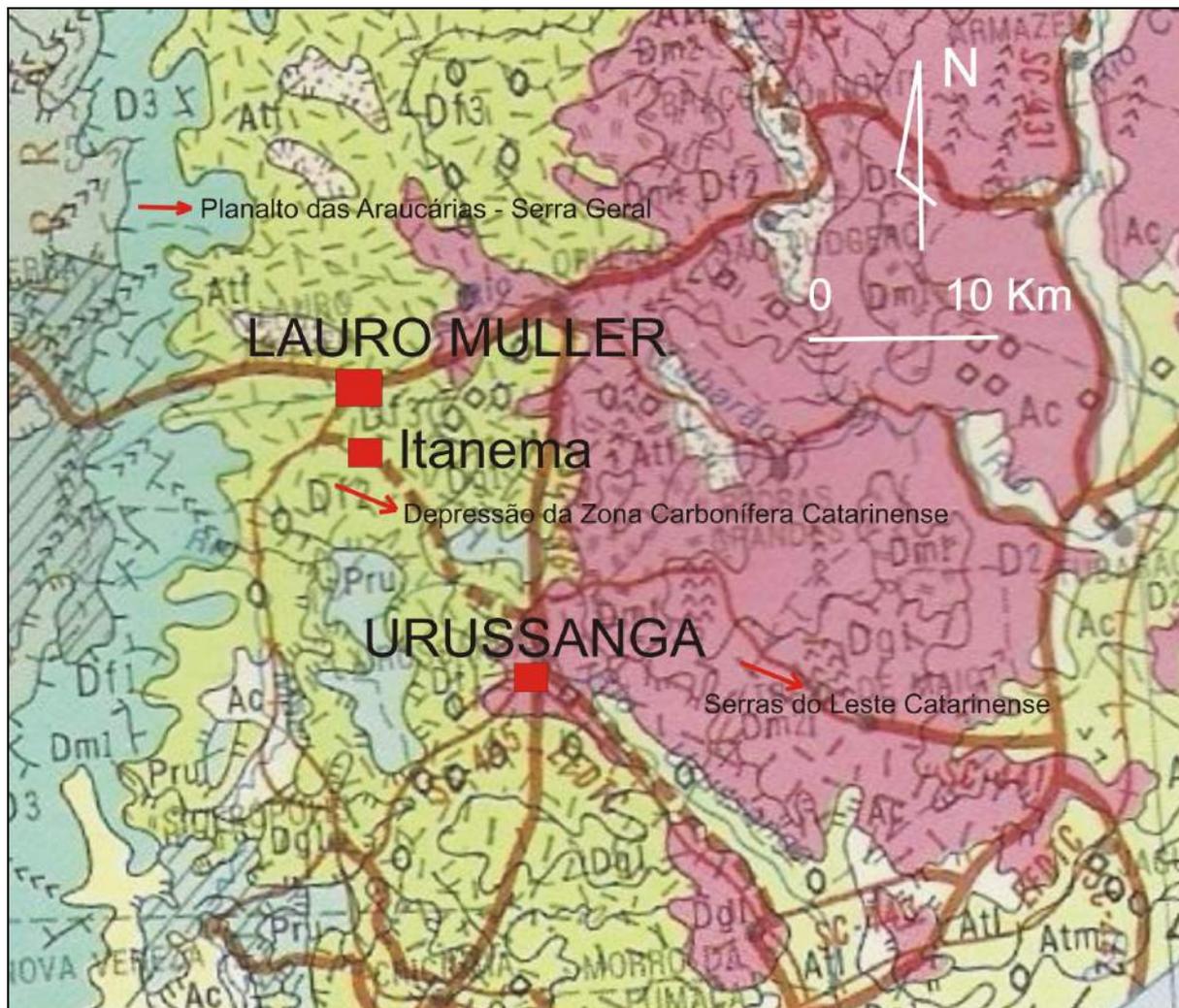


Figura 14 – Observa-se a Unidade Geomorfológica Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, que configura uma faixa alongada na direção N-S entre as Unidades Serra Geral a oeste, Planície Colúvio-Aluvionar a sudoeste, Serras do Tabuleiro-Itajaí a leste e finalmente Planície Litorânea a sul e sudeste. As principais cidades localizadas nesta unidade são: Orleans, Lauro Müller e Criciúma.



Figura 15 – Vista para oeste noroeste, na região de Lauro Müller. Destaque para os patamares da Serra Geral ao fundo e em primeiro plano a Depressão da Zona Carbonífera Catarinense.



Figura 16 – Vista para o sul próximo da localidade de Barro Branco, em direção a Itanema. Destaque para as feições características da Depressão da Zona Carbonífera Catarinense.

A nível regional o relevo mostra duas feições bem marcantes. Da cidade de Siderópolis para o norte, tem-se relevo colinoso com vales encaixados, as vertentes são íngremes com espesso manto de intemperismo que favorece a ocorrência de processos de solifluxão e ocasionalmente movimentos de massa rápidos. De Siderópolis para o Sul, as formas são côncavo-convexas com vales abertos. Disseminados nessa área encontram-se relevos residuais de topo plano, mantido por rocha mais resistentes e remanescentes de antiga superfície de aplanamento, que fazem parte da Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral.

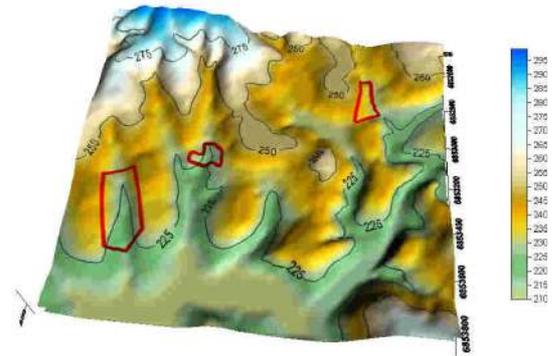


Figura 17 – Esboço geomorfológico com a localização das áreas do projeto.

5.2.3. GEOLOGIA

O ambiente geológico regional onde as áreas estudadas estão inseridas correspondem a sedimentação paleozóica depositada no permiano médio e, segundo o Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, 1986, pertencente a Formação Irati, Palermo e Rio Bonito descritas a seguir.

5.2.3.1. A FORMAÇÃO IRATI

Compreende a porção inferior do Grupo Passa Dois, final da sedimentação paleozóica. A Formação Irati foi depositada entre o Permiano Médio e Superior. Compõe-se de depósitos marinhos representados na porção inferior por siltitos e folhelhos cinza-escuros a cinza-claros e na porção superior por folhelhos pretos pirobetuminosos, folhelhos e argilitos cinza-escuros e calcários creme a cinza-escuros, por vezes dolomíticos, alternados ritmicamente.

5.2.3.2. FORMAÇÃO PALERMO

Com sedimentação marinha depositada no Permiano Médio, compondo a porção superior do Grupo Guatá, Super Grupo Tubarão, é representada por siltitos arenosos amarelo-esverdeados (cor de alteração), intensamente bio-turbados.



Figura 18 – Afloramentos de arenitos e siltitos da Formação Palermo em Lauro Muller junto a SC – 438.



Figura 19 – Arenitos da Formação Palermo também afloram em redes de drenagens secundárias adjacentes a área de Figueira.

5.2.3.3. FORMAÇÃO RIO BONITO

Compreende um pacote sedimentar disposto sobre o Grupo Itararé. Constitui-se de urna seção basal arenosa, uma média, essencialmente argilosa, e urna superior, areno-argilosa, contendo os principais leitos de carvão explorados na Bacia do Paraná.

As maiores espessuras da Formação são encontradas nas proximidades da atual faixa de afloramentos de Santa Catarina e Sul do Paraná. A máxima espessura encontrada em sondagem foi de 269 metros em Barra Nova, SC.

Como pode ser constatada em mapas geológicos regionais, a sua faixa de ocorrência é uma das mais significativas dentre as unidades da seqüência gonduânica, especialmente a partir de Alfredo Wagner em direção ao norte do estado, quando assume urna orientação NW até a divisa com o Paraná. De Alfredo Wagner para o Sul, à semelhança das demais formações da bacia, estreita-se a faixa aflorante, sendo recoberta por sedimentos mais jovens na altura de Criciúma, a partir de onde não mais aflora.



Figura 20 – Escassos afloramentos dos arenitos, siltitos e argilitos da Formação Rio Bonito nas vizinhanças da área Campo foram recentemente expostos na melhoria de um acesso, realizada pela mineradora a pedido do superficiário

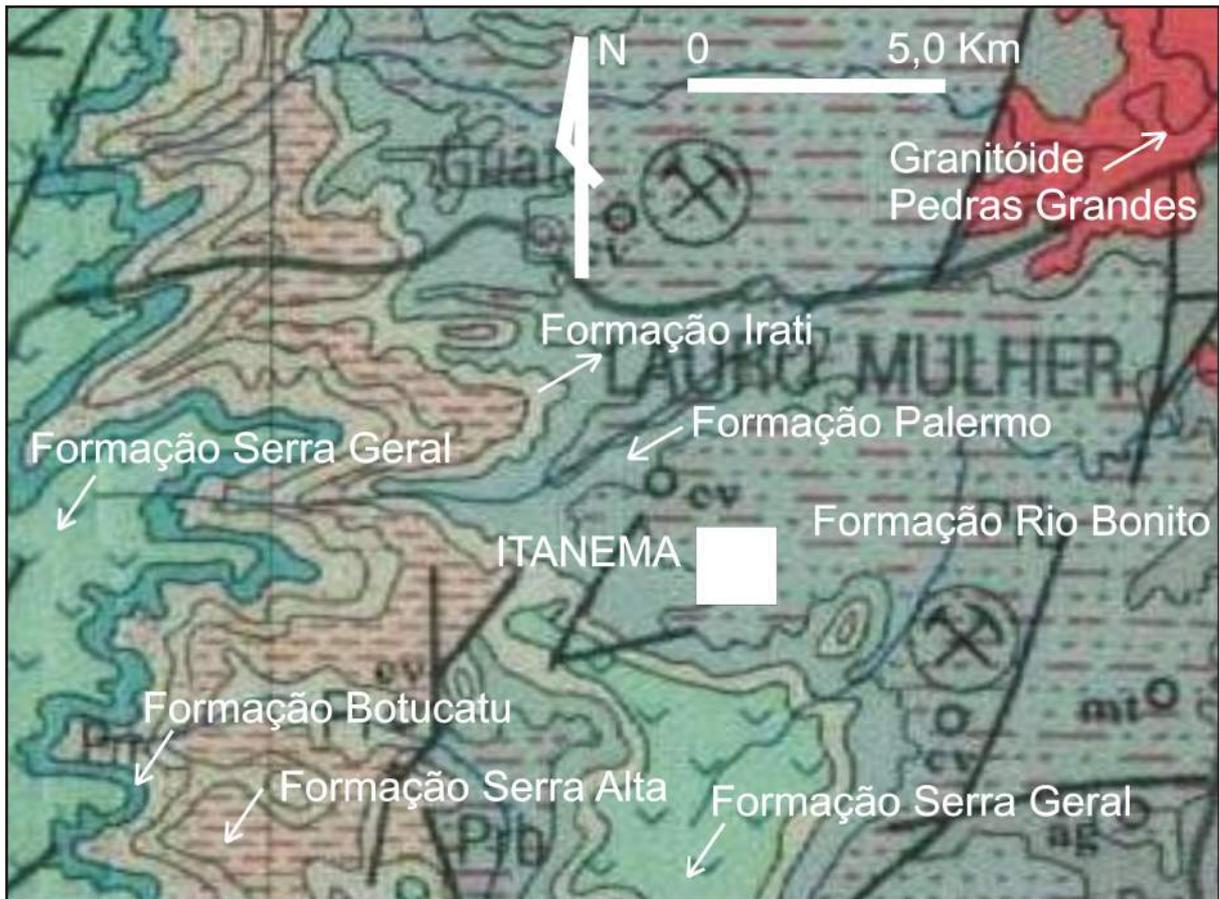


Figura 21 – Mapa Geológico Regional com a localização de Itanema e Lauro Muller, onde estão situadas as áreas degradadas em fase de regeneração. Destaca-se a inter-relação entre as formações litológicas descritas no texto. Fonte modificada: DNPM,1986. Escala Indicada.

A Formação Rio Bonito, onde ocorrem os níveis de carvão, divide-se em três intervalos, da base ao topo da estratigrafia: Membro Triunfo, Membro Paraguaçu e Membro Siderópolis.

O Membro Triunfo compreende a porção basal na Formação Rio Bonito. É constituído por arenitos esbranquiçados, finos a médios, localmente grosseiros, argilosos, micáceos, regularmente selecionados, grãos geralmente subarredondados. O contato inferior do Membro Triunfo é normalmente concordante com a Formação Rio do Sul.

Unidade essencialmente pelítica, constituída por siltitos escuros, folhelhos cinza médio e esverdeados com níveis de carbonatos argilosos, geralmente, silicificados em superfície e camadas de carvão. Raramente ocorrem camadas de arenitos muito finos entremeados. Até três camadas de carvão podem estar presentes no *Membro Paraguaçu* na Bacia Carbonífera de Santa Catarina.

O Membro Siderópolis compreende essencialmente arenitos finos, cinza escuros, duros, com intercalações de camadas de siltitos cinza, siltitos carbonosos, leitos e camadas de carvão. Constitui a parte superior da Formação Rio Bonito, englobando o pacote areno-siltico que contém as camadas de carvão mais importantes da bacia. Seu limite inferior é a camada de carvão Bonito.

Neste membro da Formação Rio Bonito estão concentradas 7 (sete) das 10 (dez) camadas de carvão conhecidas na bacia, incluindo a camada Bonito, e também a camada Barro Branco, tradicionalmente explorada na região. Um ambiente fluvial de baixa energia, com fácies de canais, de planícies de inundação e inter-fluviais (canais abandonados), formando turfeiras onde originaram-se as camadas de carvão, foi atuante na deposição do Membro Siderópolis até a camada de carvão Irapuá. Na parte superior do Membro Siderópolis, portanto na transição para o Palermo, as estruturas "flaser" e bioturbações indicam ambiente de planície de maré.

Com base nos estudos geológicos realizados na época de desenvolvimento da pesquisa mineral e mesmo do avanço das frentes de lavra, com dados de superfície e de subsolo fornecidos pelo DNPM e CPRM, constata-se uma certa homogeneidade e correlação lito-estratigráfica entre os furos de sondagem.

O conhecimento dos furos de sondagem e da geologia local e regional permitiu a interpretação dos denominados perfis lito-estratigráficos esquemáticos. Através da análise destes perfis foi possível estabelecer as sequências estratigráficas, avaliar extensão e espessuras dos diferentes pacotes sedimentares e suas variações granulométricas. Foram consultados e analisados os furos de sondagem constantes na tabela a seguir.

REF. FURO	COORDENADAS UTM		PROFUND. (m)	PROFUNDIDADE DA LAPA DA CAMADA DE CARVÃO EXPLORADA (m)	ESPESSURA TOTAL DA CAMADA DE CARVÃO EXPLORADA (m)
	E	N			
FG-01	657.800	6.851.500	189,00	184,52	1,80m
FG-02	658.250	6.851.750	140,00	136,48	1,88m
FG-03	657.348	6.851.988	96,00	93,95	1,97m
FG-04	658.088	6.852.224	191,00	189,20	1,84m
FG-05	658.002	6.852.794	95,00	90,74	1,74m
FG-06	659.000	6.852.750	41,00	35,79	1,54m
IB-01	658.751	6.851.772	75,00	71,81	1,93m
IB-02	659.472	6.851.762	44,00	42,20	1,38m
IB-03	659.250	6.852.250	15,00	12,30	1,10m
IB-04	659.000	6.851.500	80,00	77,05	1,41m

Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM

Projeto Carvão na área da Mina Figueira

Junto ao furo **FG-05-SC**, o mais próximo das áreas estudadas, cerca de 600 metros ao sul da área Pilar, a porção superior da Formação Rio Bonito, a cerca de 86,12 metros de profundidade é caracterizada pela presença de arenito fino, consistente, carbonático, finamente micáceo, de coloração esbranquiçada a cinza. Em seguida aos níveis arenosos começa a ocorrer a camada de carvão Barro Branco. Esta camada de carvão, no caso do perfil de sondagem 05, possuía uma possança em torno de 1,74 metros a uma profundidade de 90,74 metros. Veja o perfil geológico a seguir, indicando a localização do FG-05 e a profundidade da camada de carvão, que neste caso supera os 90 metros.

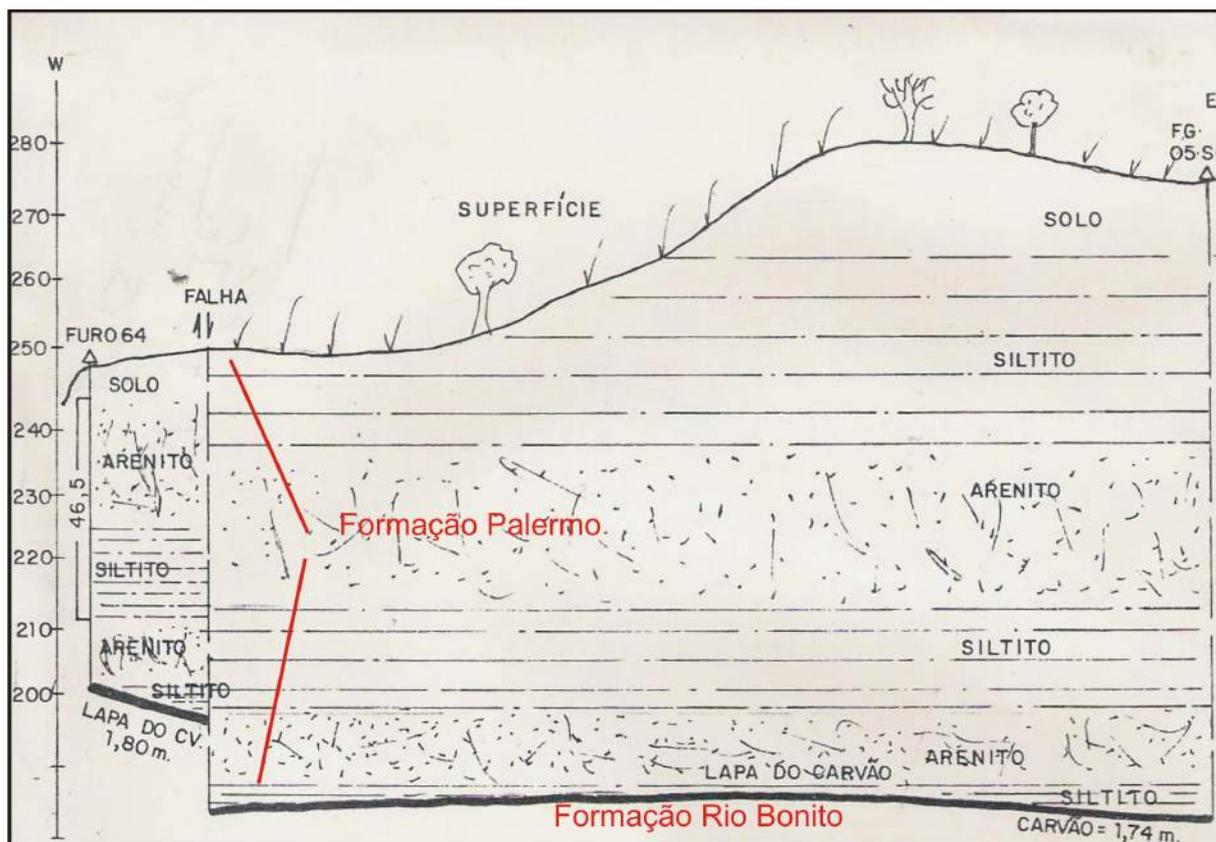


Figura 22 – Perfil Geológico do furo FG-05-SC.

Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM

Projeto Carvão na área da Mina Figueira

O carvão mineral está contido na parte superior do Membro Siderópolis da Formação Rio Bonito, que compreende as principais camadas de carvão exploradas na bacia Carbonífera de Santa Catarina, duas delas constituídas por horizontes de formato tabular com grande extensão lateral (camadas Barro Branco e Bonito), além da camada Irapuá depositada em uma calha na forma de lente, lateralmente limitada, e extensão variável entre centenas de metros a quilômetros.

A formação destes depósitos de carvão está relacionada às condições redutoras do ambiente deposicional, decorrentes da pequena profundidade de lâmina d'água e reduzida taxa de circulação, além do clima tropical a subtropical, fatores estes que permitiram o desenvolvimento e proliferação da vegetação em um ambiente quimicamente redutor, responsável pelo lento processo de carbonificação dos vegetais lenhosos superiores que dão o caráter húmico ao carvão brasileiro.

O quadro a seguir apresentado, reúne os dados médios dos teores de elementos presentes na camada de carvão Barro Branco (caracterização físico-química da camada).

Análise Imediata e Elementar		Composição Química das Cinzas	
ELEMENTO	TEOR	ELEMENTO	TEOR
Cinza	59,60 %	SiO ₂	55,70 %
Enxofre	3,76 %	Al ₂ O ₃	26,50 %
Material Volátil	16,47 %	Fe ₂ O ₃	7,50 %
Carbono Fixo	23,93 %	TiO ₂	1,20 %
Carbono	30,56 %	P ₂ O ₅	0,19 %
Hidrogênio	2,14 %	MnO	0,09 %
Nitrogênio	0,67 %	Cão	2,30 %
O + Halogênios	3,76 %	MgO	0,45 %
Umidade Higroscópica	1,21 %	Na ₂ O	0,20 %
FSI	1,0	K ₂ O	2,70 %
HGI	59	SO ₃	0,70 %
PCS	2.851,67 Kcal/Kg	P.F.	1,20 %

Com relação a gênese desta ocorrência, além do ambiente favorável à proliferação de uma vegetação pantanosa seguida de mecanismos que levam ao posterior processo de carbonificação dos tecidos lenhosos, imaginamos que esta ocorrência tenha sido estabelecida em paleo-relevo de caráter lagunar e/ou meandros abandonados, onde o desenvolvimento vegetal ocorreu de modo preferencial nas margens menos profundas destas áreas, o que explicaria a sinuosidade e aparente aleatoriedade dos depósitos conhecidos.

Os minerais associados ao jazimento de carvão na camada Barro Branco, pertencem invariavelmente à classe dos sulfetos, onde a pirita representa a absoluta maioria das ocorrências, tanto na forma de nódulos como disseminada na camada de carvão e suas encaixantes (teto e lapa).

Desta maneira, os sulfetos quando expostos ao ambiente oxidante da superfície, liberam ácidos sulfúricos e sulfídricos, além de óxidos de ferro, metais pesados, queda drástica do pH, entre tantos outros malefícios à qualidade ambiental.

Observa-se secundariamente, massas de carbonato de cálcio preenchendo algumas fraturas ou fendas associadas a intrusões de diabásio, chegando vez por outra a formar incrustações drusiformes nas paredes das referidas encaixantes, ocorrendo eventualmente cristais de barita e sulfetos de cobre associados.

5.2.4. GEOLOGIA LOCAL

5.2.4.1. MINA DO CAMPO

Na área de 41.678 m², foram executados 03 furos de trado visando à investigação da cobertura de solo orgânico e o topo dos materiais das pilhas de estéril e de rejeito. Desta maneira foram coletadas amostras para análises físico-químicas pedológicas e descrição macroscópica pelo geólogo.



Figura 23 – Trabalho de sondagem rasa visando investigar a camada de solo orgânico e os fragmentos de estéreis, como arenitos, argilitos carbonosos, carvão e siltitos na área da Mina do Campo.



Figura 24 – Arenitos e siltitos da Formação Palermo afloram em meia encosta no sul da área da Mina do Campo.

Foi observado que a área da antiga Mina do Campo está em processo adiantado de regeneração, primeiramente da paisagem. Os restos de estéreis (argilitos, siltitos e arenitos) e de folhelhos carbonosos foram acomodados e suavizados, cobertos por solo secundário de camada mais argilosa e siltosa, criando um ambiente propício para o desenvolvimento de gramíneas.

ÁREA	Nº DO FURO	COORD. UTM		COBERT. ESCAV. (m)	OBSERVAÇÕES GEOLÓGICAS
		E	N		
MINA DO CAMPO	F-01	0658188	6853296	0,3	Solo alóctone com matriz argilo-siltosa e matéria orgânica, rica em fragmentos de arenitos, siltitos, argilitos e secundariamente carvão. A partir daí inicia-se a pilha de estéril.
	F-02	0658191	6853339	0,5	Cobertura de solo alóctone com matriz argilo-siltosa e matéria orgânica, rica em fragmentos de arenitos, siltitos, argilitos e secundariamente carvão.
	F-03	0658118	6853510	0,3	Cobertura de solo alóctone com matriz argilo-siltosa e matéria orgânica, rica em fragmentos de arenitos friáveis, sem rejeitos de carvão..
	Área limite sul, com indicativos de subsidência	0658207	6853241		Ponto localizado no limite sul da área estudada, com leve subsidência, em função de antiga entrada de mina, fora da área estudada a montante.



Figura 25 – Vista de norte para sul da área Campo. Destaca-se a presença de pastagens e alguns eucaliptos.



Figura 26 – A área Campo, vista de sul para norte em fase de regeneração sendo utilizada campo pastagem.

Fora da área estudada (Campo), no limite sul, existe uma antiga boca de mina (plano inclinado) lacrada que apresentou acomodações recentes do terreno. Aconselha-se drenar as águas pluviais que ali se acumulam lateralmente, revegetação de arbóreas nativas, além do monitoramento visual.

Após recente terraplenagem executada pela Empresa a pedido do superficiário, para melhoria da área da antiga boca de mina e de um acesso em uma área vizinha, imediatamente a montante, foi constatado acomodações e rachaduras do terreno.



Figuras 27 e 28 – Área da antiga boca da Mina 11, de propriedade da massa falida da Carbonífera Barro Branco, lacrada pela Ibramil durante a fase operacional da Mina do Campo. Após a execução de obras de melhorias a pedido do superficiário, observou-se o aparecimento de acomodações e rachaduras do terreno.

5.2.4.2. MINA DO PILAR

Nesta área de 9.000 metros quadrados, que foi palco de pátio de manobras de equipamentos, estocagens provisórias de carvão e estéreis de mina, como arenitos, siltitos e argilitos, materiais que eram encaminhados às unidades de beneficiamento (carvão), e mesmo para pilhas de estéreis, sofreu grande impacto ambiental. Hoje, em fase de regeneração (inicial) ainda guarda alguns aspectos e materiais oriundos daquela atividade, causada pela proximidade de uma antiga boca de mina e pela abertura de sua embocação.

Nesta área já conformada, existem porções em que a camada de solo orgânico está muito rasa, deixando aflorar fragmentos de arenitos, siltitos, argilitos, carbonosos ou não e carvão. Sugere-se raso capeamento

como solo orgânico e/ou argila, além da possibilidade de implantação da mata ciliar às margens de seu canal de drenagens central.



Figura 29 – Vista parcial da área da antiga Mina do Pilar, com afloramento de fragmentos de arenitos, siltitos e argilitos.

ÁREA	Nº DO FURO	COORD. UTM		COBERTURA ESCAVADA (m)	OBSERVAÇÕES GEOLÓGICAS
		E	N		
MINA DO PILAR	F-01	0657882	6853158	0,4	Solo alóctone com matriz argilo-siltosa rica em fragmentos de arenitos, siltitos, argilitos e secundariamente carvão. A partir daí inicia-se a pilha de estéril da mina.
	F-02	0657851	6853134	0,4	Solo alóctone com matriz argilo-siltosa e matéria orgânica, rica em fragmentos de arenitos, siltitos, argilitos e secundariamente carvão. A espessura da pilha de estéril de mina local parece superar os 4,0 m.

Esta área necessita de maiores cuidados no que se refere aos acabamentos na drenagem pluvial, criando alguns dissipadores hidráulicos de baixo custo, capeamento com solo orgânico e proteção de alguns taludes adjacentes à rede de drenagem com pedras arranjadas ou alvenaria e ou madeira. Os proprietários locais também devem se conscientizar em tratar seu esgoto doméstico, que está a céu aberto.



Figura 30 – Situação atual de um acesso secundário utilizados por animais para travessia da rede de drenagem, causando processo erosivo. Esta área de preservação da rede de drenagem deve ser revegetada e pode também ser cercada, com a devida anuência e conscientização do proprietário do solo.



Figura 31 – Drenagem central à área da mina do pilar, mostrando o perfil do terreno com presença de fragmentos de arenitos, siltitos, argilitos e secundariamente carvão.

5.2.4.3. MINA DA FIGUEIRA

A área da Figueira, com 12.971 metros quadrados, encontra-se com o programa de regeneração um pouco mais adiantado que as outras áreas. Os processos erosivos já foram debelados com a implantação de técnicas convencionais de drenagem pluvial, suavização original das pilhas de estéril e revegetação com gramíneas. Entretanto, nota-se que a camada de solo orgânico necessita de reforço em partes onde está muito delgada.



Figura 32 – Realização de sondagem rasa na área da antiga mina da Figueira, que visou o conhecimento da cobertura de solo e o dos fragmentos superiores da pilha de estéril.

ÁREA	Nº DO FURO	COORD. UTM		COBERTURA ESCAVADA (m)	OBSERVAÇÕES GEOLÓGICAS
		E	N		
MINA DA FIGUEIRA	F-01	0657241	6852842	0,2	Cobertura da pilha de rejeito com matriz argilo-siltosa rica em fragmentos de arenitos, siltitos, argilitos e secundariamente carvão. A partir daí inicia-se a pilha de rejeito.
	F-02	0657237	6852785	0,2	Delgado solo alóctone com matriz argilo-siltosa e matéria orgânica, rica em fragmentos de arenitos, siltitos, argilitos e secundariamente carvão.

O trabalho de adensamento de solo orgânico e revegetação deverão ser realizados manualmente, sem a intervenção de máquinas pesadas, para que não prejudique a situação ambiental atual alcançada. O solo orgânico, que deverá ser utilizado nas covas e nas porções onde está muito raso, deverá ser estocado na via inerna de acesso, e poderá ser transportado e relocado manualmente, com utilização de carrinhos de mão e pá, devido à pequena proporção espacial das áreas do antigo pátio da mina que necessitam deste retrabalho. Este tipo de operação também reduz sistematicamente os custos operacionais e o próprio impacto ambiental.



Figura 33 – Canaletas e dissipadores hidráulicos instalados em 2002, que ainda se encontram em razoável estado de conservação. Os taludes onde a semeadura não foi satisfatória deverão ser revegetados, pois fazem parte de uma área às margens da rede de drenagem que passa adjacente a área estudada.



Figura 34 – Vista do limite oeste da área demarcada pelo córrego que drena inúmeras pilhas de rejeito e estéreis desta área e de áreas de outras empresas de mineração. Ao fundo equipe, de sondagem realizando o trabalho. Em primeiro plano, a drenagem na forma de canal e canaleta para descida da água pluvial.

5.2.5. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.2.5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As fontes de água que atendem as necessidades do ser humano podem ser classificadas em águas superficiais (lagos, rios e represas) e águas subterrâneas (aquíferos). Ao contrário do que se possa supor inicialmente, cerca de 97% da água doce disponível na Terra encontra-se no subsolo (MANOEL FILHO, 1997a).

A origem da água subterrânea encontra-se no ciclo hidrológico, conforme apresentado na abaixo.

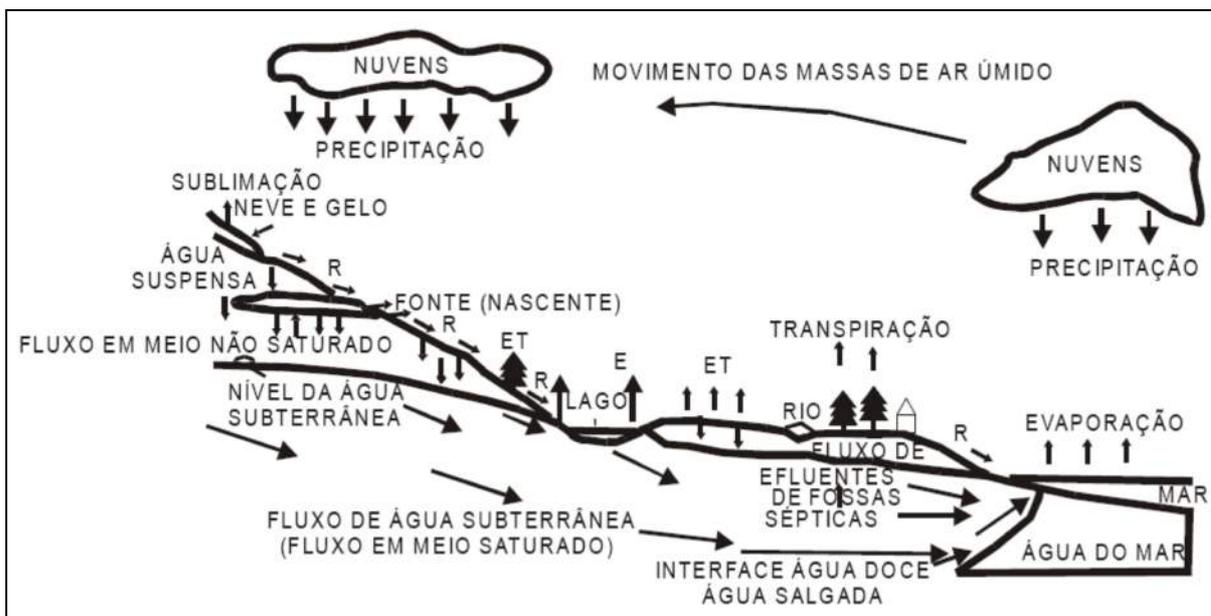


Figura 35 – Representação esquemática do ciclo hidrológico.

E = evaporação; ET = evapotranspiração; I = Infiltração; R = escoamento superficial (deflúvio).

Fonte: CETEM – Centro de Tecnologia Mineral.

Os fatores que regem esse ciclo são a ação da gravidade, tipo de densidade da cobertura vegetal para o solo e o subsolo e os fatores climáticos para a atmosfera e superfícies líquidas.

Os principais processos que ocorrem em um ciclo hidrológico são (MANOEL FILHO, 1997b; CAICEDO, 1995):

1. evaporação – moléculas de água da superfície líquida ou da umidade do solo passam do estado líquido para vapor;
2. evapotranspiração – perda de água pelas plantas para a atmosfera;
3. infiltração – absorção da água precipitada pelo solo;
4. deflúvio – fluxo da água da chuva precipitada na superfície da Terra, por ação da gravidade nos leitos dos rios.

5.2.5.2. BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico das áreas em questão, tem por objetivo estimar o volume de água precipitado, a evapotranspiração potencial e a taxa de infiltração. Os cálculos abaixo apresentados referem-se às Minas do Campo, com uma área de 40.000m², Pilar com área de 10.000m² e Figueira, com área de 20.000m².

Para o cálculo do balanço hídrico destas áreas de foi utilizada a equação:

P = E + I + R	
Onde:	
P	Precipitação Média Anual (mm)
E	Evapotranspiração Média Anual (mm)
R	Escoamento Médio Anual (mm)
I	Infiltração Média Anual (mm)

A tabela abaixo resume os valores obtidos para o balanço hídrico das áreas do projeto.

MINA DO CAMPO	<p>$V_p = P \times A$ (100%) – Volume precipitado na área de 4,0 hectares. $V_p = 1,530 \text{ m} \times 40.000 \text{ m}^2$ $V_{p \text{ Total}} = 61.200 \text{ m}^3/\text{ano}$</p> <p>$E = 0,9180 \text{ m} \times 40.000 \text{ m}^2$ $E_1 = 36.720 \text{ m}^3/\text{ano}$ (60 %)</p> <p>$R = 0,0765 \text{ mm} \times 40.000 \text{ m}^2$ $R = 3.060 \text{ m}^3/\text{ano}$ (5 %)</p> <p>$I = P - (E + R)$ $I = 61.200 \text{ m}^3/\text{ano} - (36.720 \text{ m}^3/\text{ano} + 3.060 \text{ m}^3/\text{ano})$ $I_{\text{Total}} = 21.420 \text{ m}^3/\text{ano}$ (35 %)</p>
MINA DO PILAR	<p>$V_{p \text{ Total}} = 15.300 \text{ m}^3/\text{ano}$ – Volume precipitado na área de 1,0 hectare.</p> <p>$E_1 = 9.180 \text{ m}^3/\text{ano}$ (60 %)</p> <p>$R = 765 \text{ m}^3/\text{ano}$ (5 %)</p> <p>$I_{\text{Total}} = 5.355 \text{ m}^3/\text{ano}$ (35 %)</p>
MINA DA FIGUEIRA	<p>$V_{p \text{ Total}} = 30.600 \text{ m}^3/\text{ano}$ – Volume precipitado na área de 2,0 hectares.</p> <p>$E_1 = 18.360 \text{ m}^3/\text{ano}$ (60 %)</p> <p>$R = 1.530 \text{ m}^3/\text{ano}$ (5 %)</p> <p>$I_{\text{Total}} = 10.710 \text{ m}^3/\text{ano}$ (35 %)</p>

5.2.5.3. HIDROGEOLOGIA LOCAL

Embora não existem histogramas sobre o regime de descarga do local, sabe-se, que existe um estreito relacionamento com a precipitação pluviométrica, onde os meses de maior precipitação correspondem os maiores volumes na drenagem. As maiores precipitações pluviométricas na região ocorrem entre os meses de setembro a março, enquanto que as menores precipitações ocorrem nos meses de abril a agosto.

O estudo hidrogeológico depende de “n” fatores, tais quais: variáveis do clima como temperatura, evapotranspiração e precipitação, dados estes coletados ao longo de uma série histórica de pelo menos 30 anos; variáveis relacionadas as características físicas do meio tais como: cobertura vegetal, camada de solo, características litoestruturais; dados de vazão de poços e elementos de hidrologia superficial e caracterização físico química das águas superficiais e subterrâneas. Todos esses dados são elementos imprescindíveis e interrelacionados, de forma que a ausência de qualquer um deles prejudica a análise do todo com relação a definir o comportamento hidrogeológico.

Sabe-se no entanto, que na região das antigas minas do Campo, Figueira e Pilar:

- Houveram atividades de extração mineral em subsolo que rompeu toda a estrutura rochosa superior a camada barro branco;
- Existem áreas de depósito de rejeitos carbonosos no entorno da área;
- Houve a retirada da cobertura vegetal original e os tipos litológicos do solo também estão completamente alterados.
- Existem bocas de minas abertas próximo às áreas, influenciando diretamente, quantitativamente e qualitativamente no comportamento da rede de drenagem.

Os fatores acima especificados nos impossibilitam de definir o escoamento superficial e a taxa de infiltração da água, que vai se incorporar ao manancial subterrâneo. No entanto é visível que na região onde ouve mineração de subsolo, a rede de drenagem estão com pouca disponibilidade hídrica, problema este evidenciado em campo. Isto se deve pela elevada taxa de infiltração do terreno (infiltração natural + escoamento superficial).

As condições hidrogeológicas regionais e locais na área em estudo foram avaliadas a partir de uma série de informações obtidas em mapas geológicos e estruturais, nos perfis de sondagem, em cartas topográficas do IBGE, em mapas topo-cadastrais, e na interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite.

O modo de ocorrência das águas superficiais e subterrâneas estão diretamente relacionadas com o ambiente geológico. No caso das coberturas sedimentares do paleozóico as águas freáticas e subterrâneas distribuem-se em zonas não saturadas (lençol freático) e zonas saturadas relacionadas principalmente com a granulometria, mineralogia, modo de ocorrência e topografia, desta sedimentação paleozóica.

A zona não saturada possui uma zona de raiz, próximo da superfície, zona intermediária, zona da franja capilar, compondo o lençol freático. Na superfície de aeração encontramos águas retidas e águas em movimento.

A água retida acima da franja capilar é denominada de água pelicular. Os aspectos geológicos nesta área são decisivos para a tipologia da ocorrência. As camadas de arenitos, abundantes na região proporcionam às águas freáticas, quando em contato direto, maior movimento no fluxo em direção ao oceano e também maior vulnerabilidade com relação à poluição hídrica.

No perfil geológico-hidrogeológico local a seguir, realizado a partir de furo de sondagem profundo, podemos visualizar os elementos variáveis do fluxo e armazenamento da água subterrânea, na região.

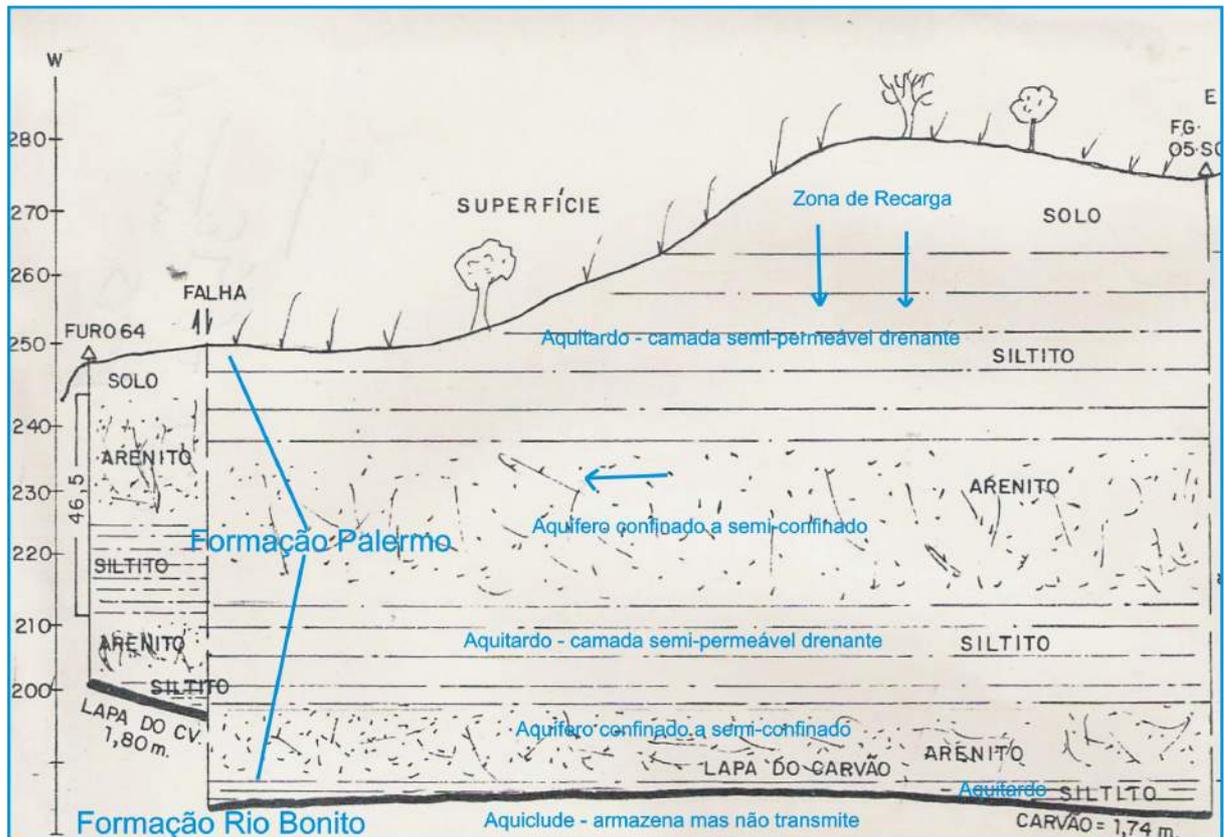


Figura 36 – Perfil Geológico-Hidrogeológico entre os furos 64 e FG-05-SC.

Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM

Projeto Carvão na área da Mina Figueira

Com relação a zona saturada a ocorrência de água subterrânea, no local, está relacionada com a sedimentação paleozóica, principalmente aos níveis arenosos e siltosos. Sedimentos da Formação Palermo, composta basicamente de siltitos arenosos ou argilosos, possuem características de aquífero, uma possante camada semi-permeável drenante.

A água subterrânea está sempre em movimento, partindo de áreas de recarga natural ou artificial em direção à área de descarga natural ou artificial. Um exemplo de recarga artificial seria a irrigação, porém o exemplo mais comum de recarga natural é a precipitação.

A água subterrânea sempre se move de áreas de alto potencial para áreas de baixo potencial, stando sempre relacionadas com uma série de variáveis, sendo as mais importantes as litológicas, a estratigrafia, a geomorfologia, clima e hidrografia.

Na área central da antiga mina do Pilar, existe uma drenagem natural descaracterizada devido à proximidade com as antigas embocações da mina. Apresenta uma pequena zona de descarga de água subterrânea. Somam-se a esta drenagem problemas como esgoto doméstico aflorante, proveniente dos moradores vizinhos, formação de processos erosivos e ausência de mata ciliar.

No extremo sul da área Figueira, aflora na rede de drenagem possante camada de arenito, importante no armazenamento e transmissão da água subterrânea. Mineradores responsáveis pelas áreas vizinhas, principalmente de montante, deverão participar deste esforço conjunto visando à correção e minimização dos problemas ambientais relacionados com a exposição de estéreis e rejeitos de mina às águas pluviais e processos de oxidação.



Figura 37 – Zona de descarga do aquífero (arenitos da Formação Palermo) na área Campo, pequena surgência de água, em área já minerada, situado mais a jusante da área. Apresenta bom aspecto, não sendo identificado processos erosivos importantes. Deve ser avaliado e monitorado.



Figura 38 – Vista geral da área da antiga mina do Pilar, mostrando a drenagem central que necessita melhorias. Ao fundo, moradores vizinhos sem tratamento de esgoto.



Figura 39 – Possante camada de arenito ao sul da área da antiga mina da Figueira.

As características hidrogeológicas regionais dos sedimentos do Permiano Médio (Formação Palermo) a Carbonífero superior (Formação Rio Bonito), proporcionam a ocorrência de água subterrânea, em extensão regional, com característica granular, localmente fissurado, livre a semi-confinado, heterogêneo, descontínuo, anisotrópico, localmente descontínuo e isotrópico.

A sedimentação da Formação Palermo, bastante espessa no local, proporciona características de aquífero, uma camada semi-permeável drenante. Entretanto, várias barreiras físicas, entre elas sills de diabásio e níveis mais argilosos, mudam este quadro a nível local.

Outra característica é a ocorrência de camadas arenosas ou silteosas confinantes que armazenam, mas não transmitem água, denominado de aquíclode. Os sistemas de falhas normais, com planos sub-verticais ou inclinados, proporcionam localmente intercomunicação entre os diferentes tipos de aquíferos.

No caso das camadas arenosas, que ocorrem em subsolo associadas às Formações Palermo e Rio Bonito, proporcionam a ocorrência de água subterrânea em maiores proporções, com características de aquífero confinado a semi-confinado.

A montante (oeste), fora da área de influência, próximo ao sopé da Serra Geral, com a mudança do ambiente geológico para terrenos sedimentares paleozóicos e mesozóicos, os aquíferos são formados por sedimentos clásticos consolidados, com permeabilidade alta a média, e vazão semelhante ao anterior. Possuem extensão regional e importância hidrogeológica relativa grande, destacando-se o aquífero Botucatu ou Guarani.

Já na escarpa e sobre a Serra Geral, os aquíferos passam a ser localmente restritos às zonas fraturadas, ampliados em certos trechos pelos sistemas de inter e intra-trapes, livres e/ou confinados. A permeabilidade é média a baixa, com importância hidrogeológica média a pequena.

As águas subterrâneas que ocorrem junto aos sedimentos paleozóicos possuem diversas características hidráulicas e físico-químicas, modos de ocorrência, entre outros fatores, já comentados. Em geral a ocorrência de água subterrânea na Formação Palermo é restrita e está relacionada com níveis arenosos confinantes (Aquiclode), níveis confinantes que armazenam água e pouco ou nada transmitem, encaixados na sedimentação silto-argilosa, como níveis descontínuos, de baixa produtividade. Com relação às águas provenientes de arenitos porosos da Formação Rio Bonito, salienta-se que este aquífero possui características físico-químicas inadequadas para o consumo humano ou serem lançadas ao meio ambiente, por estarem naturalmente associadas aos folhelhos carbonosos e mesmo às antigas camadas de carvão.

Os impactos negativos que já alteraram a qualidade das águas superficiais e sub-superficiais, relacionam-se principalmente à poluição física e química, incluindo a lixiviação das pilhas de estéreis e minérios carbonosos pelas águas pluviais. Na área, de forma menos acentuada mas também associado, têm-se a utilização de agrotóxicos provenientes das lavouras de fumo, desmatamento para formação de pastagens e áreas de cultivo, efluentes urbanos e o lixo doméstico, que contribuem decisivamente para este processo de degradação.

A lixiviação e a erosão por ação das águas pluviais sobre as pilhas de estéreis, rejeitos carbonosos e restos de antigos pátios de estocagem, promovem a contaminação das águas superficiais e localmente das subterrâneas.

A contaminação por águas residuais domésticas causa um incremento da DBO e de coliformes fecais enquanto que as águas que carregam resíduos sólidos urbanos apresetam um incremento da temperatura e mineralização (condutividade), da DBO, elementos tóxicos, íon amônio (NH₄) e dióxido de carbono.

A utilização intensa de adubos e fertilizantes naturais ou artificiais produz em muitas zonas um incremento de nitratos, que além de seu caráter tóxico e pouco biodegradável, tem um efeito cumulativo. A contaminação da água por práticas agrícolas abusivas causa um incremento da DBO, ion NO₃, salinidade, pH e uma diminuição da relação Na/K.

5.2.6. SOLOS

Solo é o ambiente natural em que crescem os vegetais e onde vivem inúmeras espécies de pequenos seres vivos, tais como bactérias, fungos, vírus, insetos, minhocas, etc. É formado pela junção de 5 fatores: material original, relevo, clima, organismos e tempo, ou seja, o solo é um produto da ação conjugada do clima e da biosfera, sobre a rocha matriz, de acordo com o relevo em determinado tempo.

5.2.6.1. METODOLOGIA UTILIZADA

Os solos de cada área foram classificados segundo o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999) até o nível de subgrupo (4º nível categórico) e incluindo os grupamentos texturais e as classes de drenagem. Esta classificação foi feita no campo pelo engenheiro agrônomo Jefferson da Silva Garcia.

Coletou-se, em cada área, uma amostra composta do solo superficial (0-20 cm de profundidade) com cerca de 500 g. Cada amostra composta foi constituída de três subamostras coletadas dentro de cada área. As amostras de solo foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas e enviadas para o Laboratório de Análise de Solos da CIDASC em Florianópolis, para obtenção das seguintes variáveis: pH em água; teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al); soma de bases (SB), saturação por bases (V) e matéria orgânica (MO).

Foram reconhecidas duas categorias nas áreas das antigas minas: Argissolo vermelho distrófico latossólico moderadamente drenado e de textura média; e Argissolo vermelho amarelo distrófico acentuadamente drenado e de textura média a argilosa.

Para descrição do perfil e da profundidade, foram marcadas as coordenadas UTM SAD 69, e partir disso, coletado uma amostra com um trado holandês e através de observações em trincheiras naturais localizadas próximas às áreas de impacto direto, ou seja, que foram objeto de pátios operacionais e deposição de rejeitos, com profundidades variando de 1,20m até 1,70m. Para a descrição do laudo foram utilizados o levantamento planialtimétrico cadastral, as ortofotocartas do DNPM, mapas de solo da EPAGRI e CIDASC, aparelho de GPS (marca Etrex Venture – 12 canais), mapas fitogeográficos, mapas pedológicos, análise laboratorial de fertilidade, análises praticas de textura, pegajosidade, plasticidade, além de microscópio, livros e uma escala de Munsell.

Os laudos de análise de solos encontram-se a seguir.

ANÁLISE DE SOLO DAS ÁREAS

ANÁLISE DE SOLO DAS ÁREAS



Figura 40 – Equipe realizando sondagem com trado holandês para observação do perfil do solo.



Figura 41 – Trincheira natural localizada próximo às áreas de impacto direto.

5.2.6.2. CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS DAS ÁREAS

5.2.6.2.1. MINA DO CAMPO

Localização:	Estrada geral de Itanema, Lauro Muller/SC.	
Coordenadas UTM SAD 69	E = 0658188	N = 6853296
Altitude:	230m	
Declividade média:	15%	
Relevo:	Levemente ondulado	
Cobertura vegetal:	Pastagens e lavouras	
Drenagem:	Externo bem drenado, interno rápido, natural bem drenado	
Classificação:	Argissolo vermelho distrófico latossólico	

5.2.6.2.1.1. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL

A medida que a rocha se transforma em solo pela ação dos agentes formadores, o material de origem vai se diferenciando em camadas mais ou menos paralelas à superfície, cada uma com propriedades distintas das camadas adjacentes, chamadas de horizontes. O conjunto de horizontes situados em uma seção que vai da superfície até o material original é o perfil do solo.

O perfil do solo exprime a ação conjunta dos diversos fatores responsáveis pelo seu aparecimento. Suas várias propriedades, tais como textura, cor, estrutura, consistência e seqüência de horizontes, caracterizam o solo e determinam o seu valor agrícola.

Para conveniência de descrição e de estudo, os horizontes recebem denominações representadas pelas letras: **O**, **A**, **B**, **C** e **R**.

O símbolo **O** é empregado para os horizontes orgânicos dos solos minerais (horizontes com mais de 20% de matéria orgânica).

O símbolo **A** é reservado aos horizontes mais superficiais e que tenham sofrido um acúmulo de húmus e/ou perdas de materiais por eluviação.

O símbolo **B** é reservado aos horizontes que sofreram um enriquecimento por iluviação, uma concentração residual de argilas e/ou os que apresentarem uma máxima expressão de cor e estrutura.

Os horizontes designados como **C** correspondem às camadas pouco atingidas pelos mecanismos de gênese do solo e, portanto, possui características mais próximas do material a partir do qual presumivelmente o solo sobrejacente se formou.

Segundo VIEIRA, “a presença dos vários tipos de horizontes mencionados, está subordinado às condições que regulam a formação e evolução do solo, e como estas condições são diversas, de acordo com as circunstâncias ditadas pela vegetação, clima e demais formadores, o tipo e o número dos horizontes de um perfil do solo, são, por conseguinte, diferentes. Por exemplo, o aparecimento dos horizontes O_1 e O_2 estão diretamente relacionados ao tipo de vegetação. Em solos cobertos por pastagem e sob pastoreio principalmente, como no caso das áreas em questão, estes horizontes não existem, mas eles aparecem nos solos de florestas, especialmente nas regiões temperadas. Também, um mau cultivo do solo pode reduzir consideravelmente a espessura do horizonte A, que constitui o que geralmente se denomina de camada arável. Em áreas cultivadas e desprotegidas, o processo de erosão pode eliminar grande parte do horizonte superficial, resultando num perfil truncado, no qual pode aflorar o horizonte B ou mesmo o C”.

O solo arável é uma fina camada de 10 a 50 cm, onde se desenvolvem as raízes das plantas e da qual depende toda a alimentação. Esta fina camada leva milhares de anos para se formar naturalmente, porém, a sua destruição pode acontecer de maneira muito rápida, caso a sua utilização seja feita de forma desordenada.

O quadro abaixo representa o perfil do solo amostrado na área da antiga Mina do Campo.

A1	0-20cm, bruno avermelhado muito escuro (10 yr 3/2, úmido), franco, argiloso, fraca ,muito pequena a pequena angular, muito friável , plástico e pegajoso; transição gradual e plana
A2	20-75cm, cinzento vermelho escuro (5 YR 4/2cm), argila arenosa maciça, muito duro, friável, muito plástica, muito pegajoso; transição gradual e plana.
IIB1t	75-95cm, vermelho (3,5 YR 4/8), argila moderada, pequena a grande blocos angulares e subangulares, cerosidade comum e moderada, muito duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição difusa e plana.
IIB2t	95-120cm, vermelho (2,5 YR 4/6), mosqueado pouco pequeno e distinto, argila cascalhenta forte e pequena agrandes blocos angulares e subangulares, cerosidade abundante e forte, muito duro friável plástico e pegajoso; transição clara e plana.
R	Raízes Muitas no A1 e A2 , comuns no IIB1t e IIB31t
Presença de cascalhos rolado de quartzo entre os horizontes A e B, e intensa atividade biológica nos horizontes A1 e A2, principalmente devido a atividade de térmitas.	
PROFUNDIDADE EFETIVA	120 cm

5.2.6.2.1.2. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

ARGISSOLO Vermelho distrófico latossólico (Sistema brasileiro de classificação de solos; Embrapa; Brasília; 1999) – PVd

Classe de solo que ocupa a maior parte da área, compreende solos com horizonte B textural de matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, não hidromórfico, com saturação de bases média a alta, geralmente apresenta baixa saturação com alumínio. O horizonte A mais freqüente é o moderado. Apresenta perfis profundos, bem diferenciados e moderadamente drenados. São solos na sua maioria de fertilidade natural baixa ou por vezes média (distrófico), com textura que vai de média a argilosa. Recomenda-se para essa unidade, medidas intensivas de controle da erosão, merece práticas simples de conservação de solos, como incorporação de restos de culturas, preparo do solo, rotação de culturas, entre outros.

5.2.6.2.1.3. APTIDÃO AGRÍCOLA

Segundo o ‘SOIL SURVEY MANUAL’ (EUA, 1951) e a metodologia da FAO (1976), a avaliação da aptidão agrícola das terras deve ser baseado em resultados de levantamentos sistemáticos realizados com suporte dos vários atributos das terras: solo, clima, vegetação, geomorfologia, etc.

MINA DO CAMPO	GRUPO 3	Terra pertencente à classe de aptidão restrita para lavoura dos níveis de manejo B e C, e inapta ao nível A	
	Fatores de limitação	Deficiência de fertilidade	Moderado (M)
		Deficiência de água	Ligeiro (L)
		Excesso de água	Moderado (M)
		Excesso de água	Moderado (M)
		Susceptibilidade à erosão	Moderado (M)
		Impedimento à mecanização	Nulo (N)
SIMBOLIZAÇÃO:		3 (bc)	

Como a classificação da aptidão agrícola das terras é um processo interpretativo, seu caráter é efêmero, podendo sofrer variações com a evolução tecnológica. Portanto está em função da tecnologia vigente na época de sua realização. A classificação também não é um guia para obtenção do máximo benefício das terras, e sim uma orientação de como devem ser utilizados seus recursos no planejamento.



Figura 42 – Vista geral da área da antiga Mina do Campo. Declividade limitante para culturas anuais de ciclo curto. Aptidão pastagens e reflorestamento.

5.2.6.2.1.4. ANÁLISE DE FERTILIDADE

Nº AMOSTRA	7720		
UNIDADE	MINA DO CAMPO		
CLASSIFICAÇÃO	ARGISSOLO vermelho distrófico latossólico		
Determinação	Resultado	Interpretação	Comentários
Índice SMP	4,6	Muito baixo	Solo ácido. Necessidade de no mínimo 2000Kg de calcário de conchas por hectare para uma boa produção agrícola. Com a aplicação de calcário há a elevação do Ph, diminuindo a toxidez de Al e Mn e aumentando a disponibilidade de elementos como: N , P , S , Ca e Mg.
Fósforo	4,8 ppm	Baixo	Quantidade insuficiente para qualquer cultura, necessitando de no mínimo 100Kg de P ₂ O ₅ / ha para um adequado desenvolvimento vegetal.
Potássio	99,0 ppm	-	Quantidade suficiente para qualquer cultura, necessitando de no mínimo 60 Kg de K ₂ O/ha para um adequado desenvolvimento vegetal.
Nitrogênio (M.O.)	3,4% m.v.	Médio	A média quantidade de matéria orgânica presente na amostra está relacionada à inversão de horizontes por efeito da mineração. Uma boa resposta das plantas pode ser obtida com a aplicação de 90Kg de N/ha.
CTC	20,92 cmolc/l	Alta	Indicando alta superfície específica da argila em questão, necessitando de menor quantidade de calcário para elevar o pH.
Saturação de bases	17,30 cmolc/l	Muito baixa	Como um solo de boa fertilidade deve ter seu valor acima de 80 cmolc/l, este valor indica solo com baixa fertilidade.

5.2.6.2.2. MINA DO PILAR

Localização:	Estrada geral de Itanema, Lauro Muller/SC.	
Coordenadas UTM SAD 69	E = 0657882	N = 6853158
Altitude:	260m	
Declividade média:	25%	
Relevo:	Forte ondulado	
cobertura vegetal:	Pastagens e lavouras	
Drenagem:	Externo bem drenado, interno rápido, natural bem drenado	
Classificação:	Argissolo vermelho distrófico latossólico	

5.2.6.2.2.1. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL

	A1	0-15cm, bruno avermelhado muito escuro (10 yr 3/2, úmido), franco, argiloso, fraca, muito pequena a pequena sub angular, pouco friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
	A2	15-70cm, cinzento vermelho escuro (5 YR 4/2 cm), argila arenosa maciça, muito duro, pouco friável, pouco plástica, pouco pegajoso; transição gradual e plana.
	IIB1t	70-95cm, vermelho (3,5 YR 4/8), argila moderada, pequena a grande blocos angulares e subangulares, cerosidade comum e moderada, muito duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição difusa e plana.
	IIB2t	95-140cm, vermelho (2,5 YR 4/6), mosqueado pequeno e indistinto, argila cascalhenta forte e pequenos blocos angulares e subangulares, cerosidade abundante e forte, muito duro friável plástico e pegajoso; transição clara e plana.
R	Raízes	Muitas no A1 e A2 , comuns no IIB1t
PROFUNDIDADE EFETIVA		140 cm

5.2.6.2.2.2. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

ARGISSOLO Vermelho distrófico latossólico (Sistema brasileiro de classificação de solos; Embrapa; Brasília; 1999) – PVd

Classe de solo que ocupa a maior parte da área, compreende solos com horizonte B textural de matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, não hidromórfico, com saturação de bases média a alta, geralmente apresenta baixa saturação com alumínio. O horizonte A mais freqüente é o moderado. Apresenta perfis profundos, bem diferenciados e moderadamente drenados. São solos na sua maioria de fertilidade natural baixa ou por vezes média (distrófico), com textura que vai de média a argilosa. Recomenda-se para essa unidade, medidas intensivas de controle da erosão, merece práticas simples de conservação de solos, como incorporação de restos de culturas, preparo do solo, rotação de culturas, entre outros.

5.2.6.2.2.3. APTIDÃO AGRÍCOLA

MINA DO PILAR	GRUPO 3	Terra pertencente à classe de aptidão restrita para lavoura dos níveis de manejo B e C, e inapta ao nível A	
	Fatores de limitação	Deficiência de fertilidade	Moderado (M)
		Deficiência de água	Ligeiro (L)
		Excesso de água	Moderado (M)
		Excesso de água	Moderado (M)
		Susceptibilidade à erosão	Moderado (A)
		Impedimento à mecanização	Moderado (M)
SIMBOLIZAÇÃO:		3 (bc)	

5.2.6.2.2.4. ANÁLISE DE FERTILIDADE

Nº AMOSTRA	7719		
UNIDADE	MINA DO PILAR		
CLASSIFICAÇÃO	ARGISSOLO vermelho distrófico latossólico		
Determinação	Resultado	Interpretação	Comentários
Índice SMP	4,4	Muito baixo	Solo ácido. Necessidade de no mínimo 2500Kg de calcário de conchas por hectare para uma boa produção agrícola.
Fósforo	3,0 ppm	Muito baixo	Quantidade insuficiente para qualquer cultura, necessitando de no mínimo 100Kg de P ₂ O ₅ /ha para um adequado desenvolvimento vegetal.
Potássio	112,0 ppm	-	Quantidade suficiente para qualquer cultura, necessitando de no mínimo 60 Kg de K ₂ O/ha para um adequado desenvolvimento vegetal.
Nitrogênio (M.O.)	1,4% m.v.	Baixo	Baixa quantidade de matéria orgânica presente na amostra devido à inversão de horizontes por efeito da mineração. Uma boa resposta das plantas pode ser obtida com a aplicação de 150Kg de N/ha.
CTC	28,70 cmolc/l	Alta	Indicando alta superfície específica da argila em questão, necessitando de menor quantidade de calcário para elevar o pH.
Saturação de bases	4,60 cmolc/l	Baixa	Solo com baixa fertilidade.

5.2.6.2.3. MINA DA FIGUEIRA

Localização:	Estrada geral de Itanema, Lauro Muller/SC.	
Coordenadas UTM SAD 69	E = 0657882	N = 6853158
Altitude:	260m	
Declividade média:	13%	
Relevo:	Levemente ondulado	
cobertura vegetal:	Pastagens e cobertura vegetal herbáceo-arbustiva	
Drenagem:	Externo bem drenado, interno moderado, natural bem drenado	
Classificação:	Argissolo vermelho amarelo distrófico	

5.2.6.2.3.1. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL

	AP	0-15cm, bruno acinzentado muito escuro (10 yr 3/2, úmido), bruno acinzentado escuro (10 YR 4/2, úmido amassado, franco argilo arenoso, fraca muito pequena a pequena angular e fraca pequena blocos angulares e sub angulares: duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
	A2	15-20cm, cinzento vermelho escuro (5 YR 4/2cm), bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmido amassado), argila arenosa maciça, muito duro, friável, muito plástica, muito pegajoso; transição clara e plana.
	IIB1t	20-45cm, vermelho (3,5 YR 4/8), argila moderada, pequena a grande blocos angulares e subangulares, cerosidade comum e moderada, muito duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição difusa e plana.
	IIB2t	45-100cm, vermelho (2,5 YR 4/6), mosqueado pouco pequeno e distinto, argila cascalhenta forte e pequena agrandes blocos angulares e subangulares, cerosidade abundante e forte, muito duro friável plástico e pegajoso; transição clara e plana.
	IIB31t	100-130cm, vermelho (2,5 YR 4/6), mosqueado comum pequeno e distinto, argils forte pequena a média, blocoa angulares e subangulares, cerosidade comum e forte, muito duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada(20-70 cm).
	IIB32t	130-170cm, vermelho (10 YR 4/5) mosqueado pouco pequena e distinto, argila pequena e média, blocos angulares e subangulares, cerosidade comum e forte, muito duro, muito friável, plástico e pegajoso.
R	Raízes	Muitas no AP e A2 , comuns no IIB1t, IIB31t e IIB32t
PROFUNDIDADE EFETIVA		170 cm

5.2.6.2.3.2. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

ARGISSOLO vermelho amarelo distrófico (Sistema brasileiro de classificação de solos; Embrapa; Brasília; 1999) – PVd

Classe de solo que ocupa a maior parte da área, compreende solos com horizonte B textural de matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, não hidromórfico, com saturação de bases média a alta, geralmente apresenta baixa saturação com alumínio. O horizonte A mais freqüente é o moderado. Apresenta perfis profundos, bem diferenciados e moderadamente drenados. São solos na sua maioria de fertilidade natural baixa ou por vezes média (distrófico), com textura que vai de média a argilosa.

5.2.6.2.3.3. APTIDÃO AGRÍCOLA

MINA DA FIGUEIRA	GRUPO 2	Área com aptidão restrita para culturas de ciclo curto, boa aptidão para pastagens plantadas e silvicultura, pertencente à classe de aptidão restrita para lavoura dos níveis de manejo B e C, e inapta ao nível A	
	Fatores de limitação	Deficiência de fertilidade	Moderado (M)
		Deficiência de água	Ligeiro (L)
		Excesso de água	Moderado (M)
		Excesso de água	Moderado (M)
		Susceptibilidade à erosão	Moderado (M)
		Impedimento à mecanização	Nulo (N)
	SIMBOLIZAÇÃO:		2ab (c)

5.2.6.2.3.4. ANÁLISE DE FERTILIDADE

Nº AMOSTRA	7718		
UNIDADE	MINA DA FIGUEIRA		
CLASSIFICAÇÃO	ARGISSOLO vermelho amarelo distrófico		
Determinação	Resultado	Interpretação	Comentários
Índice SMP	4,3	Muito baixo	Solo ácido. Necessidade de no mínimo 2500Kg de calcário de conchas por hectare para uma boa produção agrícola.
Fósforo	4,3 ppm	Baixo	Quantidade insuficiente para qualquer cultura, necessitando de no mínimo 100Kg de P ₂ O ₅ /ha para um adequado desenvolvimento vegetal.
Potássio	68,0 ppm	-	Quantidade suficiente para qualquer cultura, necessitando de no mínimo 100 Kg de K ₂ O/ha para um adequado desenvolvimento vegetal.
Nitrogênio (M.O.)	1,4% m.v.	Baixo	Baixa quantidade de matéria orgânica presente na amostra devido à inversão de horizontes por efeito da mineração. Uma boa resposta das plantas pode ser obtida com a aplicação de 150Kg de N/ha.
CTC	32,23 cmolc/l	Alta	Indicando alta superfície específica da argila em questão, necessitando de menor quantidade de calcário para elevar o pH.
Saturação de bases	4,68 cmolc/l	Baixa	Solo com baixa fertilidade.

5.2.6.3. ERODIBILIDADE

Para o cálculo da erodibilidade da área foi utilizada a equação universal de perdas de solo, com os índices já definidos ou calculados como seguem:

A= RKLSCP	
Onde:	
A	perda de solo (t/ha/ano)
R	fator chuva
K	fator solo
L	fator comprimento de rampa
S	fator declividade
C	fator uso e manejo
P	fator práticas conservacionistas de suporte

5.2.6.3.1. FATOR CHUVA (R)

O fator chuva é um índice numérico que representa o potencial da chuva e enxurrada para provocar erosão, numa determinada área sem proteção. O fator R é expresso pela unidade MJ/ha.mm/h (megajoule/hectare multiplicado por milímetro/hora).

Para o município de Lauro Muller, considerou-se o Fator (R) = 6000 MJ/ha x mm/h/ano

5.2.6.3.2. FATOR SOLO

O fator erodibilidade do solo (K) é expresso como a perda de solo (A) por unidade de índice de erosão (EI), cuja unidade é t/ha/ano dividido por MJ/ha x mm/h.

Para os solos identificados nas áreas, tem-se os seguintes índices:

SOLO IDENTIFICADO NAS ÁREAS	K
Argissolo vermelho distrófico latossólico	0,375
Argissolo vermelho amarelo distrófico	0,375

5.2.6.3.3. FATOR DECLIVIDADE E COMPRIMENTO DE RAMPA

Apesar de serem dois fatores da equação de perda de solo, a declividade (S) e o comprimento de rampa (L) são considerados juntos nas aplicações práticas da equação denominada fator topográfico (LS). Pela aplicação direta da equação de BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), foi preparada uma tabela que representa os valores para o fator LS em diversas condições de declividade e comprimento de rampa.

Para gerar os valores de LS foi utilizada a equação de BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), que segue :

$LS=0,00984C^{0,63} D^{1,18}$	
Onde:	
LS	Fator topográfico
C	Comprimento da rampa em metros
D	Grau de declividade em porcentagem

Utilizando-se a equação acima, teríamos para cada área estudada:

ÁREA	LS
Mina do Campo	2,92
Mina do Pilar	4,44
Mina da Figueira	2,08

5.2.6.3.4. FATOR USO E MANEJO (C)

O fator C, uso e manejo, é um índice numérico que expressa a relação esperada entre as perdas de solo de uma gleba qualquer, cultivada em uma determinada condição e as de uma parcela mantida permanentemente descoberta, onde as operações de cultivo são realizadas.

Como as áreas estão cobertas por pastagens e, sendo terrenos altamente compactados e com baixa fertilidade, sem rotação de cultura e exposição do solo, usaremos o índice utilizado para uma capineira do plantio a 30 dias após, que é de 0,18.

5.2.6.3.5. FATOR PRÁTICA CONSERVACIONISTA DE SUPORTE (P)

O fator P da equação de perdas de solo também é um atenuante da erosão, como o fator C. Seu valor é expresso pela relação entre a perda de solo esperada usando uma determinada prática conservacionista.

Em se tratando de pastagens, usaremos o índice mais baixo equivalente ao do usado para plantio em nível com declividade superior a 18%, que é de 0,80.

5.2.6.3.6. PERDA DE SOLO

Os valores de tolerância de perdas de solo para o estado de Santa Catarina foram obtidos com base nos estabelecidos para São Paulo por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), considerando as mesmas classes de solo.

Os dados de tolerância de perdas de solo devem ser comparados com os resultados obtidos com a aplicação da equação de perda de solos, e o resultado desta equação deve ser igual ou menor que o respectivo valor da tolerância de perdas de solo.

Desta forma, para os solos das áreas identificados no presente diagnóstico, classificados como Argissolo vermelho distrófico latossólico e argissolo vermelho amarelo distrófico, considerou-se a tolerância para perdas de solo na ordem de 7,3 t/ha/ano.

Aplicando-se a equação de perda de solos para cada unidade considerada, tem-se os resultados apresentados na tabela abaixo:

Equação		A= RKLSCP			
ÁREA	APLIC. EQ.	OBTIDO (t/ha/ano)	COMP.	CONSID. (t/ha/ano)	RESULTADO
Mina do Pilar	$A = 6000 \times 0,375 \times 4,44 \times 0,18 \times 0,80$	1,43	<	7,3	<tolerância de perda; solo estanque
Mina do Campo	$A = 6000 \times 0,375 \times 2,92 \times 0,18 \times 0,80$	0,946	<	7,3	<tolerância de perda; solo estanque.
Mina da Figueira	$A = 6000 \times 0,375 \times 2,08 \times 0,18 \times 0,80$	0,67	<	7,3	<tolerância de perda; solo estanque

5.2.6.4. CONCLUSÕES

O solo estudado na área da antiga Mina do Campo e na área denominada mina do Pilar, classifica-se como “ARGISSOLO vermelho distrófico latossólico” (Sistema brasileiro de classificação de solos; Embrapa; Brasília; 1999), sendo um solo proveniente de áreas de empréstimo durante os trabalhos de recuperação ambiental, portanto apresenta alterações importantes tais como a inversão de horizontes, o que diminuiu sua fertilidade natural.

O solo estudado na área do antigo pátio da Mina da Figueira, classifica-se como “ARGISSOLO vermelho amarelo distrófico” (Sistema brasileiro de classificação de solos; Embrapa; Brasília; 1999), sendo um solo alterado devido à presença de materiais depositados próximos à antiga embocação. Os trabalhos de recuperação ambiental já realizados foram executados com solo proveniente de áreas de empréstimo adjacentes, apresentando também alterações como inversão de horizontes.

De acordo com a classe de uso do solo das Minas do Campo, Pilar e Figueira, constatou-se que as duas primeiras pertencem ao grupo 3, e a última ao grupo 2, todas restritas para lavouras dos níveis de manejo B e C, e inaptas ao nível A, com algumas limitações de drenagem.

Do ponto de vista químico, todas as três áreas apresentam deficiência de nutrientes, que podem ser solucionados com investimento em aplicação de calcário e fertilizante nas dosagens recomendadas.

5.2.7. RECURSOS HÍDRICOS

5.2.7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As fontes de água que atendem as necessidades do ser humano podem ser classificadas em águas superficiais (lagos, rios e represas) e águas subterrâneas (aquíferos). Ao contrário do que se possa supor inicialmente, cerca de 97% da água doce disponível na Terra encontra-se no subsolo (MANOEL FILHO, 1997a).

5.2.7.2. BACIA HIDROGRÁFICA

As áreas do projeto estão localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão, que tem aproximadamente 510.000 hectares de área. Os rios formadores do Rio Tubarão são o Rio Rocinha e o Rio Bonito, que se encontram na cidade de Lauro Müller. Os afluentes mais importantes da margem direita são os rios Palmeiras, Azambuja e Jaguaruna e pela margem esquerda os Rios Oratório, Laranjeiras, Braço do Norte e Capivari. Localmente, as três áreas consideradas no presente projeto estão inseridas na sub-bacia do Rio Palmeiras.

A utilização das águas desta bacia, seja para o consumo urbano, seja para fins agrícolas ou industriais, é bastante limitada, quando não totalmente imprópria em alguns trechos.

Segundo o PROJETO CONCEITUAL PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA CARBONÍFERA SUL CATARINENSE (CETEM-2000), em relação aos afluentes do rio Palmeiras, a micro bacia do Rio Lajeado é a que tem a maior superfície coberta com rejeitos e bacias de decantação. Estes, ocupam cerca de 2,5% de sua superfície, o que equivale a uma

área de 0,49 km². Em segundo lugar encontra-se a micro bacia do afluente rio Palmeiras entre o rio Lajeado e rio Malha. Esta tem 0,25 km² ou 1,6% de sua superfície coberta com rejeitos e bacias de decantação. A micro-bacia do Rio Salame possui 0,09 km² ou 0,6% da área ocupada com rejeitos e bacias de decantação.

Já nas micro bacias do rio Palmeiras, a micro bacia do afluente entre o rio Lajeado e o rio Malha apresenta 2,0 km² ou 13,5% de sua superfície ocupada por rejeitos/estéril com cobertura vegetal. A micro bacia do rio Malha apresenta 1,33 km² ou 4% de sua superfície ocupados com rejeitos/estéril com cobertura vegetal. As micro bacias dos rios Lajeado, Salame e Palmeiras apresentam cerca de 6% de suas superfícies ocupadas por rejeitos/estéril com cobertura vegetal, correspondendo respectivamente a 1,31, 1,33 e 0,76 km².

5.2.7.3. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

O sistema de drenagem superficial da região estudada pode ser descrito da seguinte forma. As águas de montante que cruzam as áreas das antigas Minas do Campo e Pilar, são resultado de precipitação pluviométrica elevada e que provoca escoamento sobre áreas em recuperação ambiental, não existindo nenhum tipo de córrego perene no interior das mesmas. Tratam-se, portanto de drenagens intermitentes, localizadas nas cotas mais baixas dos terrenos em recuperação ambiental, recebendo contribuição por extravasamento de pequenos açudes interligados, que se encontram em propriedades rurais à montante destas áreas. Estes açudes captam a água da chuva que escoam pela superfície natural do terreno ondulado. Desta forma, estas drenagens não entram em contato com rejeitos expostos à montante, que em virtude destes fatores apresenta qualidade aceitável durante seu percurso através das áreas. Porém, imediatamente à jusante das mesmas, estas drenagens tornam-se poluídas, em decorrência da águas ácidas proveniente de antigas bocas de minas que se encontram abertas.

À montante da área da antiga mina do Campo encontrava-se a embocação da já desativada Mina 11. Após a recomposição topográfica, esta boca de mina passou a absorver uma drenagem natural existente, o que fez com que a mesma fosse direcionada para o interior da mesma. Cabe ressaltar que a mesma não estava dentro da área de extração, mas sim dentro de um terreno vizinho, da propriedade do Sr. Olívio Orben, que durante algum tempo impediu a continuidade dos trabalhos devido a uma dificuldade de acerto financeiro entre as partes interessadas. Porém, esta dificuldade foi sanada e o acordo para o fechamento desta “boca de mina” concretizada, possibilitando também a recomposição da drenagem em questão.

Através da escavação de material para utilização no aterro da boca de mina, obteve-se um rebaixamento do nível do terreno da área de empréstimo, que foi estrategicamente posicionada de forma a favorecer o escoamento natural das águas desviando-as naturalmente da antiga boca de mina. Com esta atitude, o desvio da drenagem de montante retornou ao longo de sua trajetória original, seguindo a topografia do terreno e permitindo o fluxo de forma segura. Porém, esta área merece cuidados especiais e deve ser monitorada, pois afeta diretamente a principal drenagem interna à área em processo de reabilitação ambiental.

Já em relação à antiga área do pátio da Mina da Figueira, esta recebe contribuição em sua rede de drenagem das áreas de antigos depósitos de rejeitos da Carbonífera Criciúma e da Carbonífera Barro Branco. Como estas áreas não foram devidamente recuperadas e situam-se à montante da área da Figueira, tornam-se poluídas e afetam negativamente a qualidade das drenagens interiores à área em processo de reabilitação ambiental.

A montante desta área, estes rejeitos expostos contribuem ainda para a contaminação de uma nascente e de drenagens naturais à leste, que se encontram em áreas não impactadas. A água da chuva escoar naturalmente por este terreno em direção as drenagens adjacentes à área em recuperação ambiental da antiga mina da Figueira. Ao cruzar a área no sentido leste-oeste através de um dreno, esta drenagem se encontra novamente com outras provenientes dos mesmos depósitos de rejeitos citados, já a jusante da área, escoando por córregos secundários até se encontrar com o Rio Palmeiras, ao norte.

5.2.7.4. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

5.2.7.4.1. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PIZÔMETROS

As áreas do estudo não possuem rede de piezômetros instalados, o que não possibilitou uma avaliação dos recursos hídricos subterrâneos.

Como as áreas são pequenas, propõe-se em cada uma delas a instalação de 02 (dois) piezômetros, ultrapassando-se o lençol freático, encaixados no arenito subjacente, um imediatamente a montante da área e outro a jusante.

Os piezômetros deverão ser instalados em meia encosta, necessariamente atravessando a pilha de estéréis e interceptando o lençol freático.

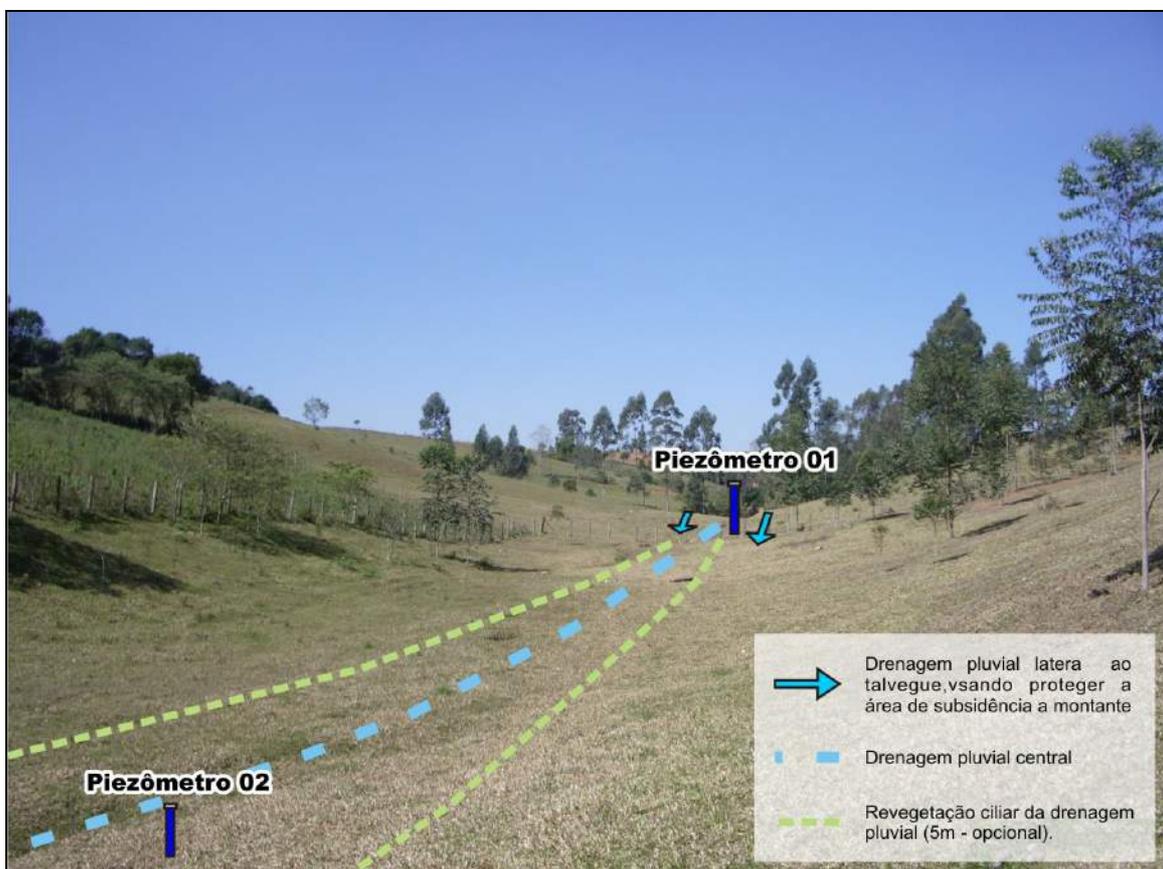


Figura 43 – Esquema de instalação dos piezômetros e recomendações na área da antiga mina do Campo.



Figura 44 – Esquema de instalação dos piezômetros e recomendações na área da antiga mina do Pilar.



Figura 45 – Esquema de instalação dos piezômetros e recomendações na área da antiga mina do Pilar



Figura 46 – Esquema de instalação dos piezômetros e recomendações na área da antiga mina da Figueira.



Figura 47 – Esquema de instalação dos piezômetros e recomendações na área da antiga mina da Figueira.

5.2.7.5. QUALIDADE DAS ÁGUAS

A avaliação específica na área de influência direta e indireta do projeto, teve como procedimento inicial a locação dos pontos de amostragem do monitoramento de águas superficiais juntamente com a identificação através de estação georeferenciada por GPS. A locação destes pontos procurou determinar a qualidade das águas à montante e a jusante das mesmas.

Utilizou-se um sistema de codificação interno para a identificação das estações de amostragens monitoradas segundo a tabela abaixo:

ÁREA	PONTO	LOCALIZAÇÃO		IDENTIFICAÇÃO
		E	N	
MINA DO CAMPO	AC1	658.329,18	6.853.206,50	À montante da área minerada da antiga mina Campo
	AC2	658.201,70	6.853.616,86	À jusante da área minerada da antiga mina Campo
	AC3	658.184,71	6.853.688,09	À jusante da área da antiga mina Campo, após a contribuição da drenagem da boca de mina aberta.
	PZC1	658.300,26	6.853.265,72	Piezômetro à montante da área.
	PZC2	658.187,29	6.853.597,86	Piezômetro à jusante da área.
MINA DO PILAR	AP1	657.991,16	6.853.072,43	À montante da área do pátio da antiga mina Pilar
	AP2	657.977,21	6.853.211,73	À jusante da área do pátio da antiga mina Pilar.
	AP3	658.024,55	6.853.346,92	À jusante da área do pátio da antiga mina Pilar, após a contribuição da drenagem de boca de mina aberta.
	PZP1	657.986,76	6.853.105,00	Piezômetro à montante da área.
	PZP2	657.960,56	6.853.197,51	Piezômetro à jusante da área.
MINA DA FIGUEIRA	AF1	657.359,35	6.852.710,84	À montante da área do antigo pátio da mina Figueira.
	AF2	657.384,47	6.852.831,18	À montante leste da área do antigo pátio da mina da Figueira, antes do dreno que corta a área.
	AF3	657.295,57	6.852.816,75	À jusante oeste da área do antigo pátio da mina Figueira, após a passagem do dreno que corta a área.
	PZF1	657.276,26	6.852.476,04	Piezômetro à montante da área.
	PZF2	657.284,40	6.852.875,75	Piezômetro à jusante da área.

A coleta da água na área das minas foi realizada por técnicos do IPAT/UNESC – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas, com acompanhamento de técnicos da Ibramil.

Como o monitoramento iniciou-se no ano de 2005, não se dispõe de dados a longo prazo, que possam identificar melhorias significativas nas áreas em decorrência das obras de recuperação ambiental implementadas.

Outro ponto importante a ser considerado está relacionado com fato das únicas redes de drenagem existentes no interior de cada área a ser monitorada serem intermitentes. Neste contexto, só há disponibilidade hídrica em períodos de chuva. Como as coletas eram programadas com o laboratório do IPAT com certa antecedência, devido à grande demanda de serviços prestados neste período, em algumas oportunidades não foi possível realizar a amostragem.

Desta forma, visando uma avaliação mais precisa, locaram-se ainda pontos dos dados provenientes do monitoramento do Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão (Convênio DNPM/UNESC - Financiamento CNPq/DNPM), conforme tabela abaixo:

PONTO	LOCALIZAÇÃO		IDENTIFICAÇÃO
	E	N	
TB88B	658.552,84	6.854.280,60	À jusante das áreas minerada já no Rio Palmeiras.
TB71	657.653,35	6.853.656,02	À jusante da área minerada da antiga mina do Figueira, no Rio Palmeiras.
TB72	657.945,96	6.853.358,73	Drenagem proveniente da boca de mina aberta à jusante da mina do Pilar.
TB70	657.217,28	6.853.430,44	À jusante da área minerada da antiga mina do Figueira, no Rio Palmeiras.

5.2.7.6. RESULTADOS OBTIDOS

Os laudos de análises de água a seguir, demonstram a qualidade dos recursos hídricos das áreas estudadas.

Dos valores médios obtidos do Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão (Convênio DNPM/UNESC - Financiamento CNPq/DNPM), obteve-se para comparativo os dados do ponto abaixo:

PONTO	Vazão	pH	Acidez	Condutividade
TB72	21,87	3,61	3550	103

A análise de avaliação da qualidade hídrica pode ser separada em dois contextos regionais bem distintos: a microdrenagem das encostas dos morros ou nascentes em sua maioria com coletores para abastecimento das residências rurais, com pouca contaminação e a partir delas o sistema hídrico regional da bacia do Rio Tubarão e, localmente, da micro-bacia do Rio Palmeiras, altamente poluídos.

A principal contaminação detectada diz respeito à drenagem ácida de mina. À montante da área estudada encontram-se unidades mineiras de extração de carvão em operação, depósitos de rejeitos sem a devida recuperação ambiental e bocas de minas abertas. Secundariamente, têm-se a poluição dos recursos hídricos decorrentes do lançamento de esgotos cloacais das residências, a avicultura e silvicultura, e mesmo as inadequadas práticas agrícolas.

Quando da avaliação da geração de drenagens ácidas, dois aspectos devem ser levados em conta. Primeiramente, o fato de que seus impactos não se restringem apenas à área minerada, podendo atingir corpos hídricos superficiais e subterrâneos distantes do empreendimento. Além disso, as reações químicas envolvidas no processo usualmente ocorrem durante anos após esgotado o depósito mineral. Alia-se a esses o fato de que a contaminação gerada inviabiliza o uso da água para fins recreativos, agrícolas e de consumo.

Os laudos de análises de água encontram-se a seguir.

ANÁLISES DE ÁGUA

5.3. MEIO BIÓTICO

5.3.1. FLORA

Ocorreu nas áreas do projeto forte grau de alteração antrópica, que alterou a estrutura qualitativa e quantitativa da vegetação, distinguindo-se basicamente os tipos descritos a seguir para cada área em questão.

5.3.1.1. MINA DO CAMPO

Na área de influência direta da antiga mina do Campo, predominam pastagens e gramíneas, algumas espécies arbóreas e forte influência antrópica, já que grande parte da área encontra-se habitada por algumas famílias que construíram suas residências próximo a área já recuperada.

Resumidamente, distinguem-se basicamente nesta área três tipos de vegetação:

- a) Vegetação herbácea alterada por processos antrópicos (pasto);
- b) Vegetação sub-arbustiva alterada por processos antrópicos (moitas);
- c) Vegetação exótica (eucaliptus).

5.3.1.2. MINA DO CAMPO

Nesta área, também foram identificados três tipos de vegetação:

- a) Vegetação herbácea alterada por processos antrópicos (pasto);
- b) Vegetação exótica (eucaliptus);
- c) Lavouras de fumo.

5.3.1.3. MINA DA FIGUEIRA

Esta área apresenta uma vegetação composta por espécies predominantemente herbáceas ou sub-arbustivas, atingindo geralmente cerca de até 1 (um) metro de altura, apresentando uma diversidade relativamente baixa de espécies, com distribuição geralmente esparsa ou formando touceiras, compreendendo vegetação lenhosa com sub-arbustos em densos agrupamentos, epífitas inexistentes, lianas predominantes rasteiras, serrapilheira irrelevante.

Ocorreu nesta área, forte grau de alteração antrópica devido a uma queimada recente realizada por invasores, segundo relato de moradores próximos à área. Esta queimada alterou a estrutura qualitativa e quantitativa da vegetação, sendo que técnicos da Empresa procuram a cada vistoria *in loco*, enfatizar aos vizinhos do local, a importância em preservar a vegetação para que a área possa se restabelecer ambientalmente, além de que, práticas como as de queimada, muito utilizadas na região, prejudicam e alteram as propriedades do solo.

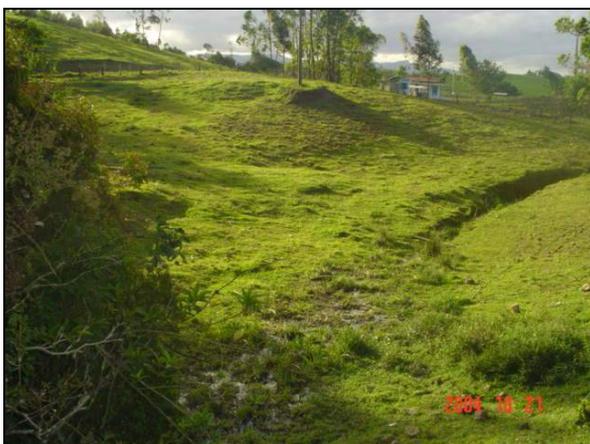
Distinguem-se quatro tipos de vegetação:

- a) Vegetação herbácea alterada por processos antrópicos (pasto);
- b) Vegetação sub-arbustiva alterada por processos antrópicos (moitas);
- c) Vegetação exótica (eucaliptus);
- d) Vegetação de banhado (desenvolve-se nas depressões do terreno);

A seguir são descritos os tipos de vegetação identificados nas três áreas do estudo.

5.3.1.4. VEGETAÇÃO HERBÁCEA ALTERADA POR PROCESSOS ANTRÓPICOS (PASTO)

Basicamente formada por vegetação herbácea, com predominância de gramíneas, **Andropogus bicornis** (capim rabo de burro), **Melinis minutiflora** (capim-gordura), **Brachiaria spp.** e **Axonopus spp.**



Figuras 48 e 49 – Pastagens de *Braquiaria* spp. e *Axonopus* spp., com algumas árvores exóticas de eucaliptos ao fundo, característica de grande parte da área. Mina do Pilar; local onde era depositado o ROM (carvão bruto). Na figura 49, capim rabo de burro (*Andropogum bicornis*), planta pioneira característica de estágios iniciais de regeneração da mata atlântica, à oeste da área da Mina da Figueira.

5.3.1.5. VEGETAÇÃO SUB-ARBUSTIVA ALTERADA POR PROCESSOS ANTRÓPICOS (MOITAS)

Vegetação que começa a se desenvolver sobre pastos abandonados e sub-ocupados; sua fisionomia consiste numa vegetação herbácea de gramíneas e ciperáceas, principalmente mescladas com moitas de espécies pioneiras tais como **Eupatorium cassaretoi** (vassourinha), **Desmodium spp.** (pega-pega); **Sthylosantes viscosa** (meladinha), **Bacharis articulata** (carquejinha); **Plantago Catharina** (tansagem), **Solanum panniculatum** (jurubeba), **Amarantus spp.** (caruru) e algumas samambaias terrícolas como **Polipodium spp.** e **Rumhora spp.** Algumas espécies trazidas junto com a urbanização, com porte variando de sub-arbustivo a arbustivo, são também chamadas de invasoras, secundárias alóctones e ruderais, tais como **Bidens pilosa** (picão preto), **Crotalaria spp.**; **Ricinus comunis** (mamona); **Sida spp.**, **Urena lobata**, e **Malvastrum coronandelum** (guanxumas), **Solanum spp.** (Joá, mata –cavalo).



Figuras 50 e 51 – *Vriesia* spp. Caraguatá, espécie herbácea utilizada para formação de cercas vivas, possui alta capacidade de dispersão, invadindo campos e pastagens. Razoável biodiversidade vegetal encontrada na área da Mina da Figueira, restabelecendo-se naturalmente após a queimada clandestina identificada.

5.3.1.6. VEGETAÇÃO EXÓTICA

Vegetação introduzida com a ocupação humana no local, com finalidade de madeira para lenha, sombra ou quebra vento, destacando-se principalmente o ***Eucaliptus* spp.**, e algumas espécies arbóreas de maior porte nas regiões mais encharcadas próximas das antigas embocações das minas.



Figuras 52 a 55 – Eucaliptos de porte médio às margens da estrada interna à Mina da Figueira e próximo ao antigo pátio de deposição do Run of Mine (ROM) da Mina do Pilar. Áreas próximas às antigas embocações lacradas e com vegetação de entorno composta por árvores e arbustos de médio porte.

5.3.1.7. VEGETAÇÃO DE BANHADO

Ocorre nas depressões do terreno na área lesta da mina da Figueira, e apresenta as seguintes espécies: **Juncus spp.** (juncos), **Cyperus spp;** **Scyrpus spp.** (junco, piri), **Polygonum spp** (erva de bicho); **Ludwigia spp.** (cruz de Malta); **Echinodorus spp.** (sagitária, chapéu de couro).



Figura 56 – Ciperácea típica de área alagadas, no interior da área da Mina da Figueira.

5.3.2. FAUNA

5.3.2.1. MINA DO CAMPO

5.3.2.1.1. AVIFAUNA

5.3.2.1.1.1. METODOLOGIA

Com o objetivo de identificar a fauna presente na área da Mina do Campo situado no município de Lauro Müller, tomou-se como primeira atividade a escolha dos grupos a serem estudados conforme as condições ambientais da área de estudo. Foram escolhidos dois grupos: aves e mamíferos, em seguida foi realizada uma saída a campo no dia 07/07/2006 para levantamento da fauna onde foram identificadas várias espécies.

Para a realização dos trabalhos de campo foram utilizados binóculos (TASCO 12X50mm) e guias específicos para avifauna (LA PENÂ, 1998; ROSÁRIO, 1996; EFE, MOHR e BUGONI, 2001; SILVA, F. 1984, Silva, F. 1984; Cimardi, ^a V. 1996; Beltom, W. 1994, SICK, 1985). Os métodos utilizados para identificação foram de observações visual e auditiva, ocorrências diretas como a visualização das espécies e ocorrências indiretas como pegadas, fezes, ninhos etc. O horário das observações ficou estabelecido entre as primeiras horas da manhã e o final da tarde totalizando oito horas de amostragem tentando assim priorizar os horários de maior atividade das aves. Na área foram percorridas trilhas e estrada nos ambientes considerados representativos segundo metodologia estabelecida por Bibby *et al.*, 2000.

5.3.2.1.1.2. RESULTADOS

Conforme os trabalhos de campo foram observadas 61 espécies, divididas para 29 famílias do grupo da avifauna (Tabela 01), tendo maior ocorrência na vegetação de entorno da área de estudo (figura 57). Entre as espécies registradas, observou-se maior ocorrência de indivíduos adaptados a ambientes antropizados como Pica-pau-do-Campo (*Colaptes campestris*), João-de-barro (*Furnaris rufus*) e Garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) e algumas espécies encontradas em bordas e interior de matas secundárias que é o caso do Pica-pau-anão (*Picumnus cirratus*), onde foi observado um indivíduo utilizando a vegetação à beira de um córrego que está localizado a montante da área de estudo. A vegetação encontrada na área conta também com espécies exóticas como, por exemplo, o Eucalipto (*Eucaliptus sp.*) e pequenos remanescentes florestais como vegetação em borda de córregos e outros localizados em topo de morro (figura 58), onde neste último ambiente foram registradas espécies como a Juriti-gemeadeira (*Leptotila rufaxilla*) pertencente à família Columbidae e Tororó (*Toridostrum plumbeiceps*) que são espécies observadas geralmente em bordas e interior de matas secundárias.



Figura 57 – Vista geral da área de entorno da antiga Mina do Campo, mostrando a vegetação exótica ao fundo e herbáceas implantadas após a remoção dos rejeitos piritosos.



Figura 58 – Vegetação remanescente com espécies arbustiva em topo de morro, no entorno da área da antiga mina do Campo.

A análise de hábitos alimentares das espécies mostrou que 41% das espécies são insetívoras, 25% são onívoras, 11% são frugívoras, 7% são carnívoras, 7% granívoras, 5% nectarívoras e 4% são detritívoras. Estes resultados demonstram uma baixa oferta de alimento para esse grupo devido às modificações ao elevado grau de antropização na área em questão e seu entorno.

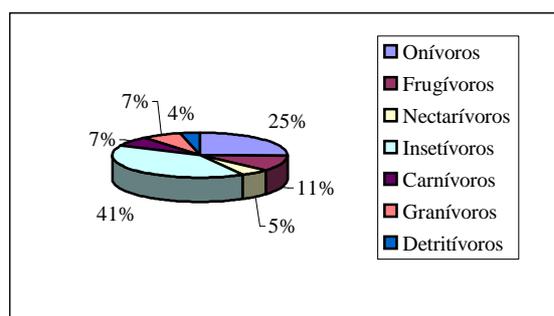


Figura 59 – Gráfico de hábitos alimentares das espécies encontradas na Mina do Campo.

Tabela 01 – Aves observadas na área da Mina do Campo e entorno.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	OBS.
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	O
	<i>Syrigma sibilatrix</i>	Maria-faceira	O
Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Marreca-pardinha	O
Cathartidae	<i>Coragypus atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	O
	<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	O
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavião-carijó	O
Falconidae	<i>Mivalgo chimachima</i>	Carrapateiro	O
	<i>Falco sparverius</i>	Quiriquiri	I
Cracidae	<i>Ortalis squamata</i>	Araquã	O
Rallidae	<i>Rallus sanguinolentus</i>	Saracura-do-banhado	I
	<i>Aramides saracura</i>	Saracura-do-mato	O
	<i>Gallinula chloropus</i>	Frango-d'água	O
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	Jaçanã, asa-de-seda	O
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	O
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	O
	<i>Columbina picui</i>	Picuí	O
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Juriti-gemedeira	O
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	O
	<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	O
	<i>Guira guira</i>	Anu-branco	O
Strigidae	<i>Speotylo cucularia</i>	Coruja-buraqueira	O
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis brasiliana</i>	Bacurau-tesoura	O
Trochilidae	<i>Melanotrochilus fuscus</i> cf.	Beija-flor-preto-e-branco	O
	<i>Leucochloris albicollis</i>	Beija-flor-de-papo-branco	O
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martim-pescador-pequeno	O
Ramphastidae	<i>Ramphastos dicolorus</i>	Tucano-de-bico-verde	I
Picidae	<i>Picumnus timminckii</i>	Pica-pau-anão-de-cadeira	O
	<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	O
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Arapaçu-verde	O
Furnariidae	<i>Furnaris rufus</i>	João-de-barro	O
	<i>Synallaxis ruficapilla</i>	Pichororé	O
	<i>Synallaxis spixi</i>	João-teneném	O
Formicariidae	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	Choca-da-mata	O
	<i>Conopophaga lineata</i>	Chupa-dente	I
Tyrannidae	<i>Machetornis rixosus</i>	Suiriri-cavaleiro	O
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	O
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado	O
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	O
	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	Patinho	I
	<i>Toridostrum plumbeiceps</i>	Tororó	O
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	O
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha-pequena-de-casa	O
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Corruíra	O
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	O
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	O
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca	O
Icteridae	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Chopim	O

Parulidae	<i>Parula pitiayumi</i>	Mariquita	O
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Pia-cobra	O
	<i>Basileuterus culicivirus</i>	Pula-pula	O
	<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	Pula-pula-assobiador	O
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	O
Thraupidae	<i>Tangara seledon</i>	Saíra-de-sete-cores	I
	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaçu-cinzento	O
	<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tié-preto	O
Fringillidae	<i>Sallator similis</i>	Trinca-ferro-verdadeiro	O
	<i>Volatinia jacarina</i>	Tisiu	O
Emberizidae	<i>Sporophila caerulescens</i>	Coleirinho	O
	<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra-verdadeiro	O
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	O
	<i>Carduellis magellanicus</i>	Pintassilgo	O
	<i>Pyrhocomma ruficeps</i> cf.	Cabecinha-castanha	O

Legenda: I – informação de moradores locais; O – observado.

Fontes: ROSARIO (1996).

5.3.2.1.2. MASTOFAUNA

5.3.2.1.2.1. METODOLOGIA

Com o objetivo de identificar as espécies da mastofauna, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica para levantamento de possíveis espécies a serem encontradas para a área da Mina do Campo. No dia 07/07/2006 foi realizado uma saída a campo sendo percorrido toda a área de estudo, na ocasião foram registrados todos os vestígios diretos e indiretos como pegadas fezes.

5.3.2.1.2.2. RESULTADOS

A área de estudo pertence à região de domínio da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Pluvial da encosta atlântica). Esta formação de caráter tropical está entre um dos ecossistemas com maior biodiversidade no planeta. De acordo com CABRERA (1980) podemos situar a região como de domínio zoogeográfico Amazônico/Província Atlântica, possuindo uma fauna bem definida, com gêneros, espécies e subespécies endêmicos. Em parte estando ligada a fauna amazônica e paranaense, por muitos elementos comuns e vicariantes.

Com referência à fauna de mamíferos, são citadas para o Estado de Santa Catarina, 169 espécies (CIMARDI, 1996).

As florestas tropicais da Planície Litorânea de Santa Catarina foram, em sua maior parte, transformadas em campos agropecuários. Da mesma forma, as florestas da região Carbonífera tornaram-se fortemente degradadas pela atividade antrópicas. Assim, várias espécies foram levadas ao desaparecimento, sendo que outras se favoreceram pela formação de novos habitats, resultando em algumas vezes no aumento da população de certos animais silvestres associadas a ambientes rurais, como no caso do graxaim (*Dusicyon thous*) e do mão-pelada (*Procyon cancrivorus*).

A listagem dos animais registrados na área bem como as listagens de prováveis espécies ocorrentes na região baseiam-se no trabalho OLIVEIRA & CIMARDI, 1996 e em informações de moradores locais.

LISTA DE MAMÍFEROS (conforme bibliografia e relatos locais)

Ordem MARSUPIALIA

Família DIDELPHIDAE

Didelphis marsupialis gambá
Didelphis albiventris gambá _____ **I**

Ordem EDENTATA

Família DASYPODIDAE

Dasybus novemcinctus tatu-galinha _____ **I**

Ordem QUIROPTERA

Família PHYLLOSTOMIDAE

Sturnia lilium morcego-fruteiro
Artibeus lituratus

Família VESPERTILIONINAE

Myotis nigricans morcego-borboleta-escuro

Ordem PRIMATES

Família CEBIDAE

Allouata fusca bugio

Ordem CARNIVORA

Família CANIDAE

Dusicyon thous graxaim-do-mato _____ **I**

Família PROCYNIDAE

Procyon cancrivorus mão-pelada _____ **I**

Família FELIDAE

Felis cf. wiedii gato-maracajá

Ordem RODENTIA

Família CAVIIDAE

Cavia aperea preá

Família CRICETIDAE

Akodon nigrita rato-do-mato

Família AGOUTIDAE

Dasyprocta azarae cutia

Família ERETHIZONTIDAE

Coendu spinosus ouriço-caixero

Legenda: **I** Informado por moradores locais, **O** observados.

Fonte: OLIVEIRA & CIMARDI, 1996.

5.3.2.1.3. CONCLUSÕES

Das espécies estudadas o grupo com maior destaque é o das aves, onde as mesmas procuram explorar o máximo dos ambientes pertencentes à área de estudo e seu entorno. Esse grupo possui uma importância muito grande no que diz respeito à regeneração de ambientes alterados, caracterizadas pela facilidade de deslocamento e sua habilidade de dispersão de propágulos auxiliando assim na regeneração do local.

A área foi utilizada como pátio de máquinas e depósitos de ROM. Com o encerramento das atividades de mineração iniciou-se o processo de reabilitação onde fora introduzido material argiloso e vegetação herbácea, servindo atualmente como pastagem para bovinos. Essa mudança no ambiente ofereceu condições para um sensível retorno da fauna a área em questão, onde se observa indivíduo das famílias Etregidae como a coruja-Buraqueira (*Speotylo cunicularia*), Ardeidae representada pela Garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) e Picidae como o Pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*).

De acordo com o uso futuro da área, é importante a introdução de vegetação arbustiva na área utilizado atualmente como pastagem e o incremento com mudas de espécies frutíferas nos remanescentes, objetivando a atração da fauna e conseqüentemente aumentando a diversidade biológica local. Caso a opção de uso futuro seja a utilização como pastagem, recomenda-se o monitoramento de metais pesados nas espécies de gramíneas que foram implantadas na área.

Com o objetivo de avaliar o andamento da reabilitação, é conveniente propor o monitoramento dos grupos observados no diagnóstico. O monitoramento proposto será realizado com visitas semestrais em um período de cinco anos, acompanhando assim as etapas do desenvolvimento a área de estudo.

5.3.2.2. MINA DO PILAR

5.3.2.2.1. AVIFAUNA

5.3.2.2.1.1. METODOLOGIA

Como na mina do Campo, após a escolha dos grupos a serem estudados (aves e mamíferas), foi realizada uma saída a campo no dia 14/07/2006 para levantamento avifauna onde foram identificadas várias espécies.

Para a realização dos trabalhos de campo foram utilizados binóculos (TASCO 12X50mm) e guias específicos para avifauna (LA PENÂ, 1998; ROSÁRIO, 1996; EFE, MOHR e BUGONI, 2001; SILVA, F. 1984, Silva, F. 1984; Cimardi, ^a V. 1996; Beltom, W. 1994, SICK, 1985). Os métodos utilizados para identificação foram de observações visual e auditiva, ocorrências diretas como a visualização das espécies e ocorrências indiretas como pegadas, fezes, ninhos etc. O horário das observações ficou estabelecido entre as primeiras horas da manhã e no final do dia, tentando priorizar os horários de maior atividade das aves.

Na área foram percorridas trilhas e estradas nos ambientes considerados representativos segundo metodologia estabelecida por Bibby *et al.*, 2000.

5.3.2.2.1.2. RESULTADOS

Conforme os trabalhos de campo, foram observadas 44 espécies divididas para 23 famílias do grupo da avifauna (tabela 02), ocorrendo no entorno da área de estudo (figura 60), sabendo que esta conta com apenas um remanescente (figura 61).



Figura 60 – Vista da drenagem que corta a área.



Figura 61 – Vista da encosta próxima à embocação da antiga mina, com vegetação arbustiva e recuperação com gramíneas.

Os resultados obtidos através da análise dos hábitos alimentares demonstram a disponibilidade alimentar que a área oferece para espécies. Na Mina do Pilar foi observado que 40% das espécies possuem hábitos insetívoros, 15% onívoros onde se alimentam de vários grupos integrantes do ambiente, 21% granívoros, 6% são carnívoros, 4% nectarívoros e 10% são frugívoros (figura 62), demonstrando assim a baixa diversidade de oferta de alimentos devido ao grau de antropização da área e seu entorno.

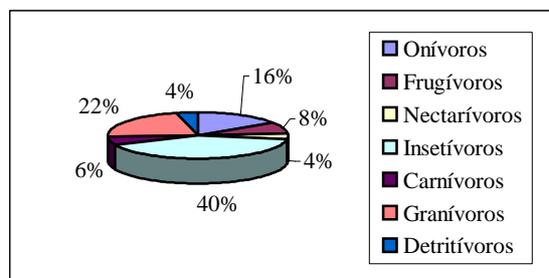


Figura 62 – Gráfico de hábitos alimentares das espécies encontradas na Mina do Pilar.

Tabela 02 – Aves observadas na área da Mina do Pilar e entorno.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	OBS.
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	O
Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Marreca-pardinha	O
Cathartidae	<i>Coragypus atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	O
	<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	O
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavião-carijó	O
Falconidae	<i>Mivalgo chimachima</i>	Carrapateiro	O
Cracidae	<i>Ortalis squamata</i>	Araquã	O
Rallidae	<i>Rallus sanguinolentus</i>	Saracura-do-banhado	I
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	O
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	O
	<i>Columbina picui</i>	Picuí	O
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu	O
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	O
	<i>Guira guira</i>	Anu-branco	O
Strigidae	<i>Speotylo cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	O
	<i>Leucochloris albicollis</i>	Beija-flor-de-papo-branco	O
Picidae	<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	O
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Arapaçu-verde	O
Furnariidae	<i>Furnaris rufus</i>	João-de-barro	O
	<i>Synallaxis spixi</i>	João-teneném	O
Formicariidae	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	Choca-da-mata	O
	<i>Conopophaga lineata</i>	Chupa-dente	I
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	O
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	O
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	O
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha-pequena-de-casa	O
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Corruíra	O
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	O
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	O
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca	O
Icteridae	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Chopim	O
Parulidae	<i>Parula pitiaiyumi</i>	Mariquita	O
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Pia-cobra	O
	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula	O
	<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	Pula-pula-assobiador	O
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	O
Thraupidae	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaçu-cinzento	O
	<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tié-preto	O
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Tisiu	O
	<i>Sporophila caerulescens</i>	Coleirinho	O
	<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra-verdadeiro	O
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	O
	<i>Carduellis magellanicus</i>	Pintassilgo	O

Legenda: I – informação de moradores locais; O – observado.

Fontes: ROSARIO (1996).

5.3.2.2.2. MASTOFAUNA

5.3.2.2.2.1. METODOLOGIA

Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica para levantamento de possíveis espécies a serem encontradas para a área da Mina do Pilar. No dia 14/07/2006 foi realizado o levantamento de campo sendo percorrido toda a área de estudo, onde foram registrados todos os vestígios diretos e indiretos como pegadas e fezes.

5.3.2.2.2.2. RESULTADOS

A listagem dos animais registrados (abaixo) na área bem como as listagens de prováveis espécies ocorrentes na região, baseia-se no trabalho OLIVEIRA & CIMARDI, 1996 para mamíferos, bem como a consulta a especialistas.

LISTA DE MAMÍFEROS (conforme bibliografia e relatos locais)

Ordem MARSUPIALIA

Família DIDELPHIDAE

Didelphis marsupialis gambá
Didelphis albiventris gambá _____ **I**

Ordem EDENTATA

Família DASYPODIDAE

Dasyopus novemcinctus tatu-galinha _____ **I**

Ordem QUIROPTERA

Família PHYLLOSTOMIDAE

Sturnia lilium morcego-fruteiro
Artibeus lituratus

Família VESPERTILIONINAE

Myotis nigricans morcego-borboleta-escuro

Ordem PRIMATES

Família CEBIDAE

Allouata fusca bugio

Ordem CARNIVORA

Família CANIDAE

Dusicyon thous graxaim-do-mato _____ **I**

Família PROCYNIDAE

Procyon cancrivorus mão-pelada _____ **I**

Família FELIDAE

Felis cf. wiedii gato-maracajá

Ordem RODENTIA

Família CAVIIDAE

Cavia aperea preá

Família CRICETIDAE

<i>Akodon nigrita</i>	rato-do-mato
Família AGOUTIDAE	
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia
Família ERETHIZONTIDAE	
<i>Coendu spinosus</i>	ouriço-caixero

Legenda: **I** Informado por moradores locais, **O** observados.

Fonte: OLIVERIRA & CIMARDI, 1996.

5.3.2.2.3. CONCLUSÕES

A fauna de aves está representada com grupos caracterizados por viverem em ambientes antropizados onde os grupos originais sofreram pressão de habitações e áreas de cultivos, possibilitando a ocupação da área por grupos muito adaptados a ambientes modificados como áreas urbanas. Estes resultados são refletidos no gráfico da análise dos hábitos alimentares que indicam uma porcentagem bastante elevada para grupos insetívoros e granívoros, demonstrando assim a baixa diversidade de oferta de alimentar na área.

Após o encerramento das atividades de mineração iniciou-se o processo de reabilitação onde fora introduzido material argiloso e vegetação herbácea formando uma área aberta com pastagem. Neste caso é pertinente indicar que seja realizada a raspagem do material ainda existente na área como rejeitos localizados em alguns pontos distintos e introduzir em áreas de barrancos espécies arbustivas com a finalidade de contenção de erosões, e incrementar com mudas de espécies frutíferas o pequeno remanescente localizado próximo à antiga boca da mina. Essa atividade terá objetivo também de diversificar o meio biótico da área de estudo.

5.3.2.3. MINA DA FIGUEIRA

5.3.2.3.1. METODOLOGIA

Com o objetivo de identificar a fauna de aves presente na área do antigo pátio da Mina da Figueira, situado no município de Lauro Müller, tomou-se como primeira atividade a escolha dos grupos a serem estudados conforme condições oferecidas pelo ambiente. Foram escolhidos três grupos: aves, mamíferas e peixes.

Para a realização dos trabalhos de campo foram utilizados binóculos (TASCO 12X50mm) e guias específicos para avifauna (LA PENÂ, 1998; ROSÁRIO, 1996; EFE, MOHR e BUGONI, 2001; SILVA, F. 1984, Silva, F. 1984; Cimardi, ^a V. 1996; Beltom, W. 1994, SICK, 1985). Os métodos utilizados para identificação foram de observações visual e auditiva, ocorrências diretas como a visualização das espécies e ocorrências indiretas como pegadas, fezes, ninhos etc. O horário das observações ficou estabelecido entre as primeiras horas da manhã e ao final do dia 22/07/2006, totalizando oito horas de amostragem, tentando priorizar os horários de maior atividade das aves e demais grupos. Na área foram percorridas trilhas e estrada nos ambientes considerados representativos segundo metodologia estabelecida por Bibby *et al.*, 2000.

5.3.2.3.2. RESULTADOS

Conforme os trabalhos de campo, foram observadas 51 espécies divididas para 28 famílias do grupo da avifauna (tabela 03), tendo maior ocorrência no entorno da área de estudo (figura 63).



Figura 63 – Vegetação de entorno da área de estudo.

Os resultados obtidos através da análise dos hábitos alimentares demonstram a disponibilidade alimentar oferecida para as espécies. Na Mina da Figueira foi observado que 38% das espécies possuem hábitos insetívoros, 21% onívoros onde se alimentam de vários grupos integrantes do ambiente, 19% insetívoros, 6% são carnívoros, 6% nectarívoros e apenas 6% são frugívoros (figura 64).

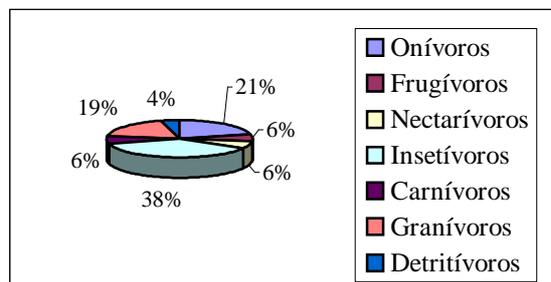


Figura 64 – Gráfico de hábitos alimentares das espécies de avifauna encontradas na área do antigo pátio da Mina da Figueira.

Tabela 03 – Aves observadas na área da Mina da Figueira e entorno.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	OBS.
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	O
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	O
Cathartidae	<i>Coragypus atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	O
	<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	O
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavião-carijó	O
Falconidae	<i>Mivalgo chimachima</i>	Carrapateiro	O
Cracidae	<i>Ortalis squamata</i>	Araquã	O
Rallidae	<i>Rallus sanguinolentus</i>	Saracura-do-banhado	I
	<i>Gallinula chloropus</i>	Frango-d'água	O
Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Jaçanã, asa-de-seda	O
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	O
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	O
	<i>Columbina picui</i>	Picuí	O
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Juriti-gemeadeira	O
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	O
	<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	O
	<i>Guira guira</i>	Anu-branco	O
Strigidae	<i>Speotylo cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	O
Trochilidae	<i>Melanotrochilus fuscus</i> cf.	Beija-flor-preto-e-branco	O
	<i>Leucochloris albicollis</i>	Beija-flor-de-papo-branco	O
Ramphastidae	<i>Ramphastos dicolorus</i>	Tucano-de-bico-verde	I
Picidae	<i>Picumnus timminckii</i>	Pica-pau-anão-de-cadeira	O
	<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	O
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Arapaçu-verde	O
Furnariidae	<i>Furnaris rufus</i>	João-de-barro	O
	<i>Synallaxis spixi</i>	João-teneném	O
Formicariidae	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	Choca-da-mata	O
Tyrannidae	<i>Machetornis rixosus</i>	Suiriri-cavaleiro	O
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	O
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	O
	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	Patinho	I
	<i>Toridostrum plumbeiceps</i>	Tororó	O
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	O
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha-pequena-de-casa	O
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Corruíra	O
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	O
	<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	O
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca	O
Icteridae	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Chopim	O
Parulidae	<i>Parula pitiayumi</i>	Mariquita	O
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Pia-cobra	O
	<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	Pula-pula-assobiador	O
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	O
Thraupidae	<i>Tangara seledon</i>	Saíra-de-sete-cores	I
Fringillidae	<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tié-preto	O
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Tisiu	O
	<i>Sporophila caerulescens</i>	Coleirinho	O
	<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra-verdadeiro	O
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	O
	<i>Carduella magellanica</i>	Pintassilgo	O

Legenda: I – informação de moradores locais; O – observado.

Fontes: ROSARIO (1996).

5.3.2.3.3. ICTIOFAUNA

5.3.2.3.3.1. METODOLOGIA

Para realizar os trabalhos de levantamento da ictiofauna, foi utilizada a metodologia de coleta com puçá, sendo efetuados 10 lanços em cada um dos dois pontos de amostragem. Ponto 01 no córrego à montante da área de estudo (figura 64) e ponto 02 no banhado situado dentro da área de estudo (figura 65). As coletas foram realizadas no dia 22/07/2006, onde os indivíduos coletados foram conservados em uma solução de formol 70% por um período de cinco dias, logo após foram repassados para outra solução de álcool a 10%.



Figura 64 – Ponto 01 (amostragem da ictiofauna localizada a montante da área de estudo).



Figura 65 – Mostrando os dois pontos de coleta da ictiofauna na área da Figueira.

5.3.2.3.3.2. RESULTADOS

Dos dois pontos amostras foram capturados peixes apenas no ponto 01, e o ponto 02 encontrava-se seco devido à falta de chuvas no período de coleta. Na área de estudo foram registradas duas espécies pertencentes a duas famílias da ictiofauna conforme levantamento de campo.

A espécie de maior ocorrência foi a pertencente à família CICHLIDAE conhecido popularmente como cará (*Cichlasoma facetum* (Jenyns, 1842)) (figura 66). Outra espécie de grande ocorrência foi a pertencente à família POECILIDAE, conhecido popularmente como barrigudinho (*Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868)), mostrado na figura 67.



Figura 66 – Espécie encontrada no ponto 01, localizado a montante da área de estudo. (*Cichlasoma facetum* (Jenyns, 1842)). Barra branca = 1 cm.



Figura 67 – Espécie encontrada no ponto 01, localizado a montante da área de estudo. (*Cichlasoma facetum* (Jenyns, 1842)). Barra branca = 1 cm.

Tabela 04 - Espécies coletadas

ESPÉCIES	
ORDEM PERCIFORMES	
FAMÍLIA CICHLIDAE	
<i>Cichlasoma facetum</i> (Jenyns, 1842)	(Cará)
ORDEM CYPRINODONTIFORMES	
FAMÍLIA POECILIDAE	
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	(Barrigudinho)

5.3.2.3.4. MASTOFAUNA

5.3.2.3.4.1. METODOLOGIA

Para realizar os trabalhos de levantamento da mastofauna foram analisados estudos já existentes para o entorno da área e realizada a saída a campo no dia 22/07/2006, onde foram registrados todos os vestígios deixados por este grupo como pegadas, fezes (figura 68).

5.3.2.3.4.2. RESULTADOS

A listagem dos animais registrados (tabela 05) na área bem como as listagens de prováveis espécies ocorrentes na região, baseiam-se no trabalho OLIVEIRA & CIMARDI, 1996 e em informações de moradores locais.



Figura 68 – Pegadas de Mão-pelada (*Procyon cancrivorus*). Barra branca = 1 cm.

LISTA DE MAMÍFEROS (conforme bibliografia e relatos locais)

Ordem MARSUPIALIA

Família DIDELPHIDAE

Didelphis marsupialis gambá _____ I
Didelphis albiventris gambá _____ I

Ordem EDENTATA

Família DASYPODIDAE

Dasyus novemcinctus tatu-galinha _____ I

Ordem QUIROPTERA

Família PHYLLOSTOMIDAE

Sturnia lilium morcego-fruteiro

Artibeus lituratus

Família VESPERTILIONINAE

Myotis nigricans morcego-borboleta-escuro

Ordem PRIMATES

Família CEBIDAE

Allouata fusca bugio

Ordem CARNIVORA

Família CANIDAE

Dusicyon thous graxaim-do-mato _____ I

Família PROCYNIDAE

Procyon cancrivorus mão-pelada _____ O

Família FELIDAE

Felis cf. wiedii gato-maracajá

Ordem RODENTIA

Família CAVIIDAE

Cavia aperea preá

Família CRICETIDAE

<i>Akodon nigrita</i>	rato-do-mato
Família AGOUTIDAE	
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia
Família ERETHIZONTIDAE	
<i>Coendu spinosus</i>	ouriço-caixero

Legenda: **I** Informado por moradores locais, **O** observados.

Fonte: OLIVERIRA & CIMARDI, 1996.

5.3.2.4. CONCLUSÕES

A fauna de aves está representada com grupos caracterizados por viverem em ambientes modificados onde os grupos originais sofreram pressão de habitações e atividade de extração de carvão mineral. Esses ambientes possibilitando a ocupação da área por grupos adaptados a ambientes modificados como aqueles que vivem em áreas urbanas. Os resultados alcançados com a análise de hábitos alimentares são característicos de áreas alteradas e podem ser revertidos com a execução de trabalhos de revegetação auxiliando no aumento da secessão da vegetação.

Na porção sul da área de recuperação próximo ao córrego, é pertinente indicar ações conjuntas com outras mineradoras responsáveis pelos depósitos de rejeitos à montante. Recomenda-se a retirada ou isolamento destes rejeitos e a cobertura do terreno com material argiloso para facilitar a implantação de vegetação.

Nos taludes da porção oeste, onde a área encontra-se com revegetação com gramíneas e implantação de sistemas de drenagens superficial, faz-se necessário à introdução de espécies arbustivas pioneiras como a bracatinga (*Mimosa scabrella*), consorciadas com espécies secundárias em forma de linhas para auxiliar na contenção de erosões, perda de material argiloso e aumento de diversidade biológica tendo como consequência a atração da fauna local.

O grupo dos peixes está caracterizado por espécies pioneiras adaptadas a ambientes modificados, para realizar os trabalhos da ictiofauna foi levado em consideração a forte estiagem ocorrente no período do estudo, onde a maioria dos ambientes aquáticos encontravam-se secos. É conveniente indicar um monitoramento destas espécies e a recuperação das áreas do entorno, com o objetivo avaliar em que período da recuperação as mesmas terão condições de migrarem e habitar ambientes a jusante da área de estudo. O monitoramento proposto será condicionado ao passo que a drenagem proveniente de um grande depósito de rejeitos piritosos localizado a leste da área de estudo seja isolado ou desviada, com o objetivo de não acarretar poluentes provenientes da lixiviação dos rejeitos deste depósito para os corpos hídricos da área em recuperação.

5.3.3. MEIO SÓCIO-ECONÔMICO

5.3.3.1. APRESENTAÇÃO

O presente estudo tem por objetivo apresentar informações sócio-econômicas do município de Lauro Muller e da localidade de Itanema, situada na zona rural do município, e onde ocorrem as atividades de recuperação de áreas degradadas, em decorrência do abandono de locais de apoio para as minas de extração do carvão. As informações apresentadas foram obtidas através de bibliografia, levantamento de dados em órgãos públicos e entrevistas com moradores.

Através de contatos com os moradores de áreas lindeiras ou próximas das áreas em fase de recuperação, foi possível identificar os principais anseios, bem como resgatar aspectos da atividade de extração mineral de carvão, de que a área foi palco nos anos 80 e 90. Entrevistas foram realizadas com proprietários dos terrenos e famílias instaladas adjacentes as áreas em fase de regeneração para melhor compressão dos aspectos sociais locais.



Figuras 69 e 70 – Mostrando algumas das residências visitadas localizadas próximo às áreas em questão.

5.3.3.1.1. O MUNICÍPIO DE LAURO MULLER

O município de Lauro Müller está localizado no sul do estado, fazendo parte da Associação dos Municípios da Região Carbonífera. A origem do município está relacionada à extração do carvão mineral, realizada pelos ingleses, iniciada em 1841, atividade esta que foi impulsionada com a construção da Estrada de Ferro Dona Tereza Cristina, inaugurada em 1885, mesmo ano em que a localidade de Lauro Muller foi fundada. Em 1956 o município emancipou-se do vizinho município Orleans.



Figura 71 – Destaque para o posicionamento geográfico do município de Lauro Müller e a localidade de Itanema, onde estão localizadas as Minas do Campo, Figueira e Pilar.

O município que foi berço da indústria extrativa de carvão em Santa Catarina, foi colonizado por alemães e italianos, sendo estes chegados no final do século XIX, que impulsionaram a atividade mineradora. Com a decadência da exploração do minério, Lauro Müller teve que investir em outras alternativas econômicas.

Em 2000, de acordo com o censo do IBGE, a população total do município era de 13.351 habitantes, e com extensão territorial de cerca 270,0 Km². A atividade mineira no município, apesar da importância econômica e social, foi responsável por sérios problemas ambientais, principalmente relacionados a alterações na qualidade das águas dos

recursos hídricos, que passam pelos locais de mineração e beneficiamento de carvão.



Figura 72 – Vista do centro de Lauro Müller. Nota-se que a sede do município é organizada, com ruas asfaltadas, e contando com serviços bancários, comerciais, entre outros serviços.

A nível regional e local estas águas apresentam em diversos pontos, elevados níveis de acidez (pH inferior a 3) e elevados teores de sulfatos, ferro e outros metais tóxicos. A bacia do rio Tubarão que drena toda a região, com tributários locais como o rio Bonito, rio Palmeiras, rio Salame, entre outros, é a mais importante dentro da RH-9 – Região Hidrográfica 9.

O rio Tubarão forma-se pela confluência dos rios Rocinha e Bonito nos contrafortes da Serra Geral, no município de Lauro Müller. A partir daí o curso de água recebe o nome de rio Tubarão. Atravessa a região de oeste a leste, cerca de 120 Km, até desembocar na lagoa de Santo Antônio dos Anjos, no município de Laguna.

Esta rede drena uma superfície aproximada de 5.640 Km², com uma densidade de drenagem de 1,45 Km/Km². Engloba os 18 municípios integrados na AMUREL, incluindo Lauro Müller, pertencente à AMREC.

De acordo com os dados da Secretária de Estado do Desenvolvimento Sustentável, responsável pela elaboração dos indicadores do desenvolvimento municipal, que resultou no Índice de desenvolvimento Social para o ano de 2000, nos municípios catarinenses, Lauro Muller ocupava o 213º lugar de 293 municípios quanto ao nível de desenvolvimento, que abrange vários indicadores ligados a aspectos de saúde, da educação, da infra-estrutura e da economia.



Figura 73 – Vista do rio Tubarão sobre a ponte, próxima ao centro de Lauro Muller. Nota-se o baixo nível das águas (período de estiagem de inverno), bem como o colorido característico dos óxidos de ferro que ainda poluem as principais redes de drenagem da região.

Os valores dos indicadores do desenvolvimento social do município de Lauro Muller, em 2000, são apresentados a seguir.

INDICADORES	VALORES
Evolução populacional	0,12
Natalidade	0,67
Mortalidade Infantil	0,36
Evasão Escolar	0,81
Reprovação Escolar	0,73
Repetência escolar	0,68
Distorção série idade	0,68
Atendimento ao ensino infantil	0,63
Atendimento ao ensino fundamental	1,00
Atendimento ao ensino médio	0,80
Alfabetização do eleitor	0,70
PIB percapita	0,18
Energia residencial	0,31
Energia comercial	0,22
Abastecimento de água	0,55
Esgotamento sanitário	0,00
Resíduos sólidos	0,00

Cabe esclarecer que os indicadores que são favoráveis representam valores acima de 0,50, e os que necessitam ações de melhorias são os que estão abaixo do índice de 0,50.

Dados do IBGE do censo de 2000, relativos a aspectos de saúde, educação, nível de vida, e acesso a bens e serviços no município de Lauro Muller, foram analisados no site do IBGE.

De acordo com as informações analisadas, o serviço de tratamento e distribuição de águas para o município, administrado pela Casan, atende 62,14% da população urbana, num percentual total de 55%. O município não conta com serviço de coleta e tratamento do esgoto doméstico.

5.3.3.1.2. ASPECTO SÓCIO ECONÔMICOS DA LOCALIDADE DE ITANEMA

Na localidade de Itanema, situada na zona rural do município, ocorrem às atividades de recuperação de áreas degradadas do presente projeto, em decorrência do abandono de locais de apoio para as minas de extração do carvão. A comunidade é formada por 362 famílias.

O uso do solo é diversificado. Eucaliptais foram implantados em diversas áreas de pilhas de estéreis e rejeitos com sucesso. O uso principal ainda é a moradia, as plantações de fumo, pastagens e eucaliptais.



Figura 74 – Vista do principal acesso a antiga mina do Pilar. Ao fundo avista-se a localidade de Itanema.



Figura 75 – Mostrando os diversos usos do solo em região habitada de Itanema.

Antes de ser denominada Itanema, nome que deriva do indígena pedra carvão, a localidade era chamada rio do Cedro. Apesar da característica rural do local, as atividades agropecuárias são complementares as atividades econômicas principais dos moradores do local, predominando a agricultura de subsistência, o cultivo comercial de fumo, o reflorestamento de eucaliptos, e as pastagens para criação de gado de corte e leite.

Os moradores de Itanema, em sua maioria, trabalham fora da localidade. Os principais postos de trabalho estão nas minas de carvão, em fábricas de móveis, de plásticos, processadoras de arroz, comércios da cidade e dos municípios vizinhos, principalmente de Criciúma.

Com relação à infra-estrutura para o atendimento dos moradores identificamos:

- a existe de um posto de saúde, onde funciona o Programa Saúde da Família, integrado por um médico e enfermeira e por agentes municipais de saúde que visitam mensalmente todos os domicílios e que realizam um trabalho preventivo e de caráter descentralizado;
- uma escola de ensino fundamental, com atendimento aos estudantes de primeira a oitava série e um jardim de infância, onde são atendidos os estudantes do jardim e pré-escolar;



Figura 76 – Vista do posto de saúde na localidade de Itanema, que atende as demandas médicas mais urgentes da comunidade.



Figura 77 – No centro de Itanema localiza-se a escola Estadual Professora Ligia Chaves Cabral.

- um Centro comunitário, no qual principalmente os grupos de mães e idosos, tem possibilidade de cursarem aulas de crochê, pintura corte e costura;
- uma praça de lazer, com bancos, passeios e canteiros;



Figura 78 – Vista da praça da Igreja Nossa Senhora de Fátima no centro da localidade de Itanema.



Figura 79 – Associações de moradores demonstram a organização da comunidade.

Com relação ao saneamento ambiental, a água consumida pelos moradores é captada na localidade de Santa Rosa e distribuída pela Prefeitura Municipal, não existem coleta e tratamento de esgoto nos domicílios, e a coleta de lixo no local é realizada pela Prefeitura duas vezes por semana.

Em Itanema existe a Igreja de Nossa Senhora de Fátima, padroeira da localidade e ainda uma Igreja da Assembléia de Deus.

Na comunidade tem um campo de futebol, onde ocorrem campeonatos com jogos principalmente aos domingos e também uma sede da Sociedade Recreativa São José, local tradicional de encontros dos moradores. Em termos de lazer são bastante comuns as visitas familiares nos finais de semana, e assistir televisão.

5.3.3.1.3. PROPOSTAS MITIGADORAS PARA O MEIO SÓCIO-ECONÔMICO

Apesar dos problemas ambientais verificados na região resultante da exploração do carvão, principalmente relacionada com a poluição das águas, localmente, nas áreas estudadas e suas pequenas dimensões, os problemas já foram minimizados pelas ações implementadas nos trabalhos iniciados de recuperação das áreas degradadas. Além disso, é consenso entre os moradores que a mineração é importante para a comunidade por gerar oportunidades de empregos, e que sem esta atividade, o local seria muito decadente economicamente.

Na abrangência do conceito de desenvolvimento sustentável, que enfatiza a importância dos aspectos sociais, econômicos e ambientais, serem tratados de forma conjunta, a integração das mineradoras nas comunidades onde estão inseridas é muito importante.

Em função dos problemas ambientais verificados no local, principalmente no que se refere à poluição hídrica, é fundamental que a comunidade tenha informações precisas da realidade auxiliada pelos órgãos governamentais, ou seja, acompanhe e tenha dados da atividade mineral e da recuperação das áreas degradadas que estão sendo realizadas na localidade pelas diversas empresas.

Sob o ponto de vista sócio-econômico, trabalhos de educação ambiental junto à escola, aos grupos formalmente constituídos e a toda comunidade, deveriam ser estimulados, como por exemplo, palestras, cursos, oficinas, elaboração de material informativo, doação de mudas nativas, atividades práticas como o plantio de árvores, principalmente em áreas de preservação permanente e áreas degradadas poderiam ser realizadas, numa parceria entre mineradoras, o poder público e a comunidade.

A conscientização de que é possível reservar e cercar áreas para plantio de matas ciliares e nascentes, mesmo que estreitas, além de plantio de estreitas cortinas vegetais para paisagismo de bordas de acessos e propriedades, sem a perda significativa de áreas úteis para o uso, como pastagens, lavouras, entre outras, é uma medida importante para a comunidade.

6. IMPACTOS AMBIENTAIS

6.1. CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

Para efeito de classificação das áreas visando à implantação de ações corretivas foram definidos indicadores de impacto ambiental. Esses indicadores, apresentados na tabela abaixo, basearam-se nas propostas elaboradas pelo Relatório Técnico elaborado para o SIECESC denominado PROJETO CONCEITUAL PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA CARBONÍFERA SUL CATARINENSE, e podem ser obtidos a partir dos ensaios de caracterização e utilizados como referência para o monitoramento das melhorias ambientais, após executadas as atividades de recuperação, como no presente caso.

ASPECTOS	IMPACTOS	INDICADORES
1. DRENAGEM ÁCIDA	<ul style="list-style-type: none"> - Acidificação de águas superficiais; - Redução de produtividade biológica nos rios; - Aumento da concentração de metais nas águas dos rios; - Contaminação de águas subterrâneas. 	<ul style="list-style-type: none"> - pH, Eh, condutividade elétrica; - Oxigênio dissolvido; - Concentração de metais pesados; - Sólidos em suspensão; - Concentração de sulfato; - Extensão de rio impactado; - Número de poços com qualidade.
2. EROSÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Vossorocas; - Instabilidade física das margens dos rios; - Aumento da carga de sólidos em suspensão nas águas superficiais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos em suspensão; - Fator de Segurança (estabilidade física dos taludes); - Extensão do rio assoreado.
4. BOCAS DE MINA E POÇOS	Segurança.	<ul style="list-style-type: none"> - Número de bocas de minas poços (abertos/fechados); - Número de minas de encosta abertas.

6.1.1.1. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A contaminação das águas pelos sólidos ocorrem nos processos de erosão (escoamento) e lixiviação, quando rejeitos depositados ou expostos, alterados ou não, são transportados pela chuvas através das drenagens naturais e artificiais da superfície, bem como lixiviados através do solo ao aquífero. Certamente, a maior contaminação ocorre nos dias chuvosos, quando a superfície das áreas sem proteção vegetal, à montante das áreas é lavada pela águas. A ocorrência de maior ou menor volume de sólidos a partir da água de subsolo, será função da maior ou menor surgência de água no local.

O fato das áreas de montante não terem sido devidamente recuperadas, bem como existirem no percurso das drenagens à jusante das áreas, bocas de minas abertas, contribuem para a contaminação dos recursos hídricos das áreas.

Os impactos relacionados aos recursos hídricos foram avaliados e classificados da seguinte forma.

- Adversos – pois causam alteração negativa da qualidade da água;
- Temporários – podendo ser remediado com a recuperação das áreas de entorno e melhorias dos sistemas de drenagem;
- A longo prazo – em virtude da extensão das áreas a serem recuperadas, principalmente as áreas de depósitos de rejeitos à montante e abandonadas;
- Reversíveis – a medida que as áreas vão sendo reabilitadas;
- Regionais – Pois afetam todo o sistema hidrográfico regional, representado pela Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e as sub-bacias do Rio Palmeiras, Lajeado e Salame, principalmente.

6.2. DEFINIÇÃO DE SOLUÇÕES DE ENGENHARIA - ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO

Segundo o CETEM, a etapa de definição de soluções de engenharia para recuperação de uma área degradada, envolve basicamente as seguintes ações:

1. Definição e avaliação técnica das opções de recuperação;
2. Avaliação comparativa de custos entre as diferentes opções de recuperação;
3. Avaliação dos impactos sócio-econômicos da recuperação sobre as comunidades vizinhas;
4. Definição do uso futuro para as áreas recuperadas e
5. Planejamento do monitoramento para avaliação da eficácia do plano de recuperação adotado.

A definição e avaliação técnica das opções de melhorias ambientais nas áreas em reabilitação, envolverão os seguintes objetivos gerais:

- A estabilização física das áreas de disposição de resíduos e de minas abandonadas, principalmente à montante das áreas;
- A recuperação paisagística das áreas (retaludamento e revegetação);
- A manutenção e construção de sistemas de drenagem que evitem a contaminação das águas ou seu descarte sem tratamento;
- A estabilização química dos contaminantes.

Entende-se por estabilização química o conjunto de iniciativas que visam minimizar a geração e dispersão da contaminação ambiental através da intervenção em sua fonte.

Nas áreas em questão, as bocas de minas abandonadas, o material estéril e os rejeitos gerados das operações de lavra e beneficiamento de montante, tem provavelmente o papel

mais importante entre as fontes de contaminação hídrica associada ao presente projeto, em função de seu potencial gerador de drenagens ácidas. O fato de que material estéril e rejeitos encontram-se muitas vezes dispersos em áreas de mineração inativas ou abandonadas ou ao longo de estradas, faz com que estes possam ser caracterizados como fonte difusa de poluição o que provavelmente exigirá soluções de estabilização complexas e de caráter regional, em uma ação conjunta com as mineradoras.

Para estabilização física das bacias de rejeito e das pilhas de estéril, taludes devem ser projetados com inclinações seguras e cobertura vegetal eficiente contra os processos erosivos, originados pelas ações do vento e da água de chuva. Tanto os taludes quanto o tipo de vegetação devem ser tais que requeiram o mínimo de manutenção possível.

Além desses aspectos, para as minas subterrâneas devem ser desenvolvidas ações que garantam:

- A estabilidade física das áreas submetidas à escavações subterrâneas, que apresentem risco de subsidência em minas ativas e abandonadas;
- Fechamento das bocas de minas subterrâneas abandonadas, ainda abertas;
- A recuperação paisagística das áreas de entorno, principalmente à montante (retaludamento e revegetação).

As áreas impactadas pelas atividades mineiras devem ser tratadas de forma a permitir o uso projetado após a recuperação. Taludes muito íngremes e pouco compactados devem ser evitados. Além disso, deve-se garantir que o material de cobertura desses taludes seja adequado ao crescimento rápido da vegetação.

A mineração de carvão, a disposição dos rejeitos piritosos ao ar livre, nas margens de estradas, rios e sobre áreas agricultáveis, além de alterar as propriedades e características do solo, promovem a descaracterização da paisagem.

Os principais problemas encontrados em áreas mineradas e reconstituídas com solo são o lento processo de crescimento da vegetação natural e o aparecimento de um rápido e intenso processo erosivo. (Bugin e Costa, 1989). Os solos utilizados para a reconstituição topográfica ou para cobertura dos rejeitos normalmente apresentam baixos teores de matéria orgânica e fósforo, são ácidos e, em geral, são utilizadas camadas de pequena espessura (abaixo de 20cm).

6.2.1. AÇÕES DE MELHORIAS NAS ÁREAS EM RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Durante cada etapa do Diagnóstico Ambiental, cada profissional elaborou propostas visando a melhoria da qualidade ambiental das áreas, que se encontram em processo de reabilitação ambiental.

Resumidamente, as propostas para cada área são descritas a seguir:

6.2.1.1. MINA DO CAMPO

- Realizar melhorias no sistema de drenagem central à área, implantando vegetação ciliar e criando dissipadores de energia para evitar a formação de processos erosivos;
- Melhorar o solo da área, através de correção conforme recomendação de técnico habilitado;
- Monitorar à área da antiga boca da mina 11, desativada, situado à montante da área em recuperação ambiental;
- Implantar piezômetros à montante e jusante da área;
- Realizar o monitoramento sistemático da área – Solo e água.

6.2.1.2. MINA DO PILAR

- Realizar melhorias no sistema de drenagem central à área, implantando vegetação ciliar e criando dissipadores de energia para evitar a formação de processos erosivos;
- Melhorar o solo da área, através de correção com utilização de adubos;
- Retirar porções de rejeitos que ainda se encontram expostos;
- Implantar piezômetros à montante e jusante da área;
- Realizar o monitoramento sistemático da área – Solo e água.

6.2.1.3. MINA DA FIGUEIRA

- Implantar vegetação nas áreas margeantes aos canais de drenagem, conforme recomendação de profissional habilitado;
- Melhorar o solo da área, através de correção com utilização de adubos;
- Retirar porções de rejeitos que ainda se encontram expostos;
- Implantar piezômetros à montante e jusante da área;
- Realizar o monitoramento sistemático da área – Solo e água.
- Buscar ações conjuntas de recuperação de áreas de rejeitos à montante da área;

Ressalta-se que todas as áreas em questão sofrem influência de drenagens poluídas provenientes de bocas de minas à jusante, que ainda se encontram abertas. Espera-se o comprometimento das empresas responsáveis no fechamento definitivo destas bocas.



Figuras 80 e 81 – Bocas de minas abertas situada à jusante das área da Mina do Campo e Pilar.



Figura 82 – Boca de mina situada à jusante da área da Mina do Pilar. Observa-se o tamponamento feito de forma inadequada, já rompido.



Figura 83 – Drenagem ácida proveniente da referida boca de mina.

7. PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

7.1. PARÂMETROS SELECIONADOS COMO INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL

Os indicadores definidos nesta proposta estão voltados ao monitoramento da qualidade ambiental, avaliando a eficiência dos trabalhos de recuperação das áreas, bem como a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos nas áreas de influência direta do projeto.

7.2. INDICADORES DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

Os parâmetros indicados para o monitoramento da qualidade ambiental das águas superficiais são: precipitação, vazão, pH, ferro total, manganês total, acidez total, oxigênio dissolvido, condutividade, alumínio total, sulfatos e temperatura.

7.2.1. REDE DE AMOSTRAGEM

O mapa a seguir representa a rede hidrográfica regional, onde estão inseridas as áreas em questão, detalhando melhor o monitoramento que deverá ser realizado.

MAPA DO SISTEMA DE DRENAGEM E PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

7.3. INDICADORES DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Os parâmetros indicados para o monitoramento da qualidade ambiental das águas subterrâneas são: precipitação, nível estático, pH, alcalinidade total, condutividade, ferro total, manganês total, acidez total, Ca total, Na total, K total, sulfato, Mg total, Cl total e Al total.

Adotou-se como critério de escolha aqueles parâmetros necessários para a classificação hidroquímica das águas subterrâneas, segundo a metodologia proposta por Stiff, Piper e Scholler utilizada pela CPRM na elaboração dos mapas hidroquímicos das bacias do Araranguá e Urussanga com as águas coletadas em poços tubulares, poços escavados e fontes.

O caráter pioneiro do monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos, ora proposto, deve-se ao fato de que, pela primeira vez, propõe-se uma investigação dirigida ao sistema aquífero profundo e ao sistema aquífero de leques aluviais com os mesmos horizontes de investigação na bacia carbonífera sul catarinense.

Os dados de precipitação serão obtidos dos relatórios das estações pluviométricas das empresas carboníferas em operação e da rede de estações meteorológicas da ANA Agência Nacional de Águas, adotando-se as médias mensais nas análises de avaliação que se seguirão aos resultados das campanhas de monitoramento.

7.3.1. JUSTIFICATIVA

O sistema aquífero definido nesta proposta como objeto de interesse para monitoramento em relação às áreas estudadas diz respeito ao Sistema aquífero Rio Bonito.

O sistema Rio Bonito apresenta ampla distribuição, ocorrendo ora como aquífero profundo confinado ora como aquífero livre em zona de recarga direta. Em razão disso, existe potencial para a contaminação desse sistema por drenagem ácida na maior parte da bacia carbonífera.

As análises dos parâmetros de classificação hidroquímica, metais (Fe, Al e Mn), sulfato, acidez e pH, permitirão não apenas concluir-se sobre a eventual contaminação dos recursos hídricos subterrâneos, como também, contribuir com estudos geoquímicos futuros.

Na avaliação feita com os dados existentes sobre monitoramento executado pelas empresas requeridas, verificou-se que a maioria é formada de poços piezométricos, cujo objetivo é o monitoramento do nível estático do aquífero freático.

Por outro lado, na avaliação dos poços levantados pela CPRM verificou-se que nenhum poderá ser utilizado como poço de monitoramento seja pela falta de elementos de descrição dos aspectos construtivos seja pela impossibilidade de se monitorar os sistemas aquíferos de interesse, já que se constituem em poços para produção carregados com água de diversos aquíferos.

7.3.2. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PIEZÔMETROS

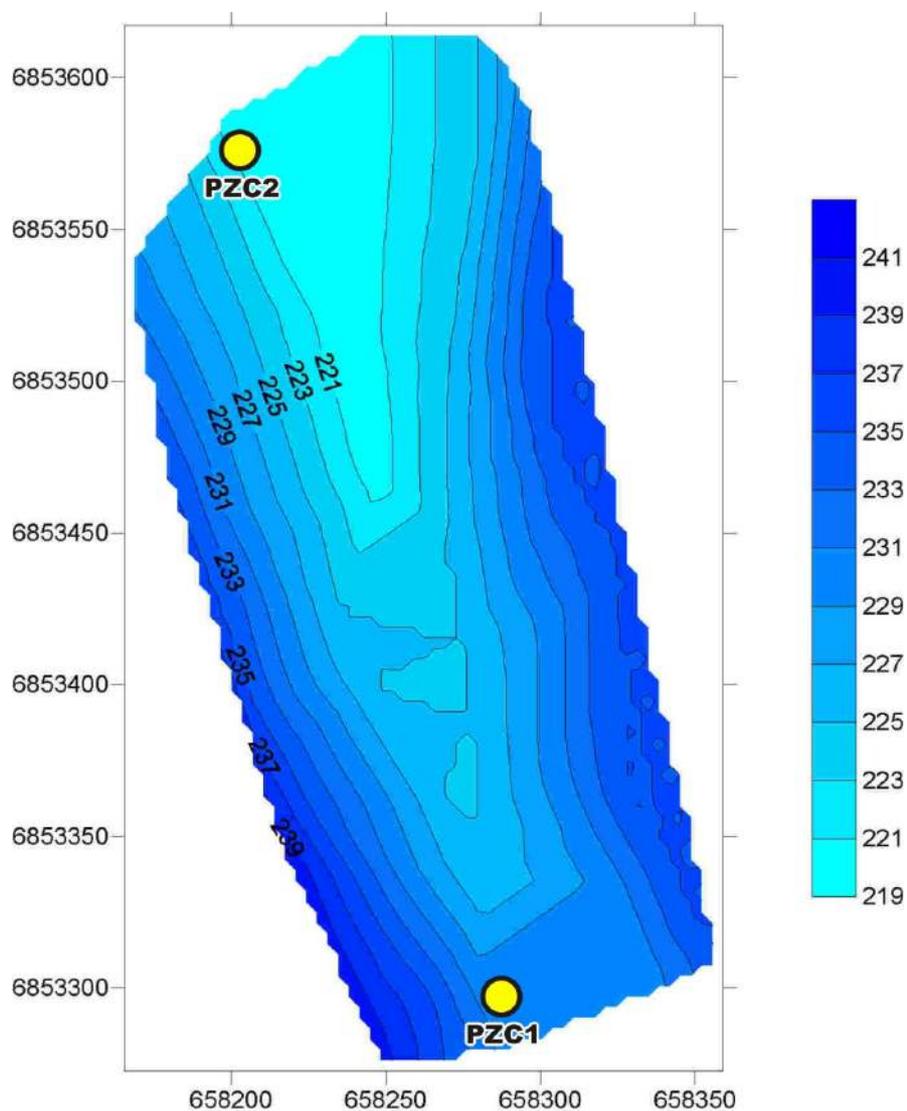


Figura 84 – Diferentes níveis da superfície com a localização esquemática dos piezômetros a serem instalados à montante, e a jusante da área da antiga mina do Campo.

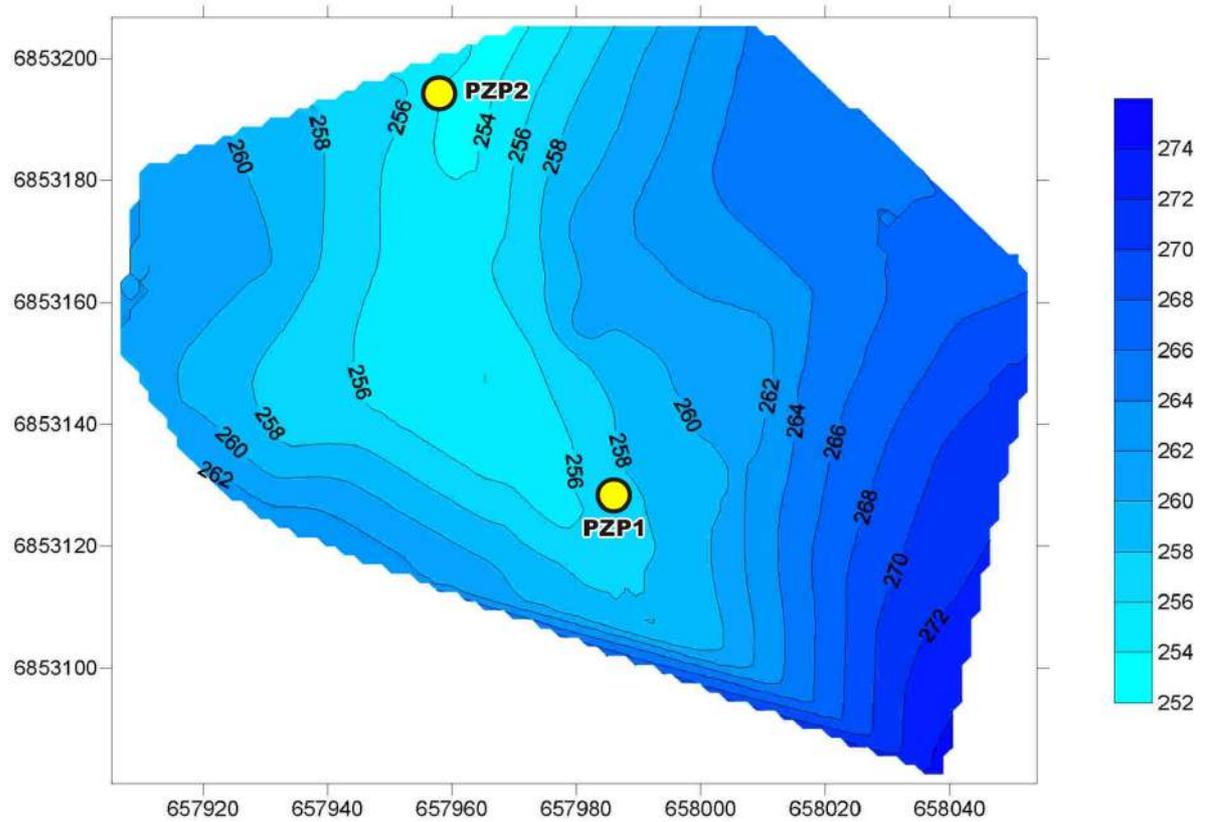


Figura 85 – Diferentes níveis da superfície com a localização esquemática dos piezômetros a serem instalados à montante, e a jusante da área da antiga mina do Pilar.

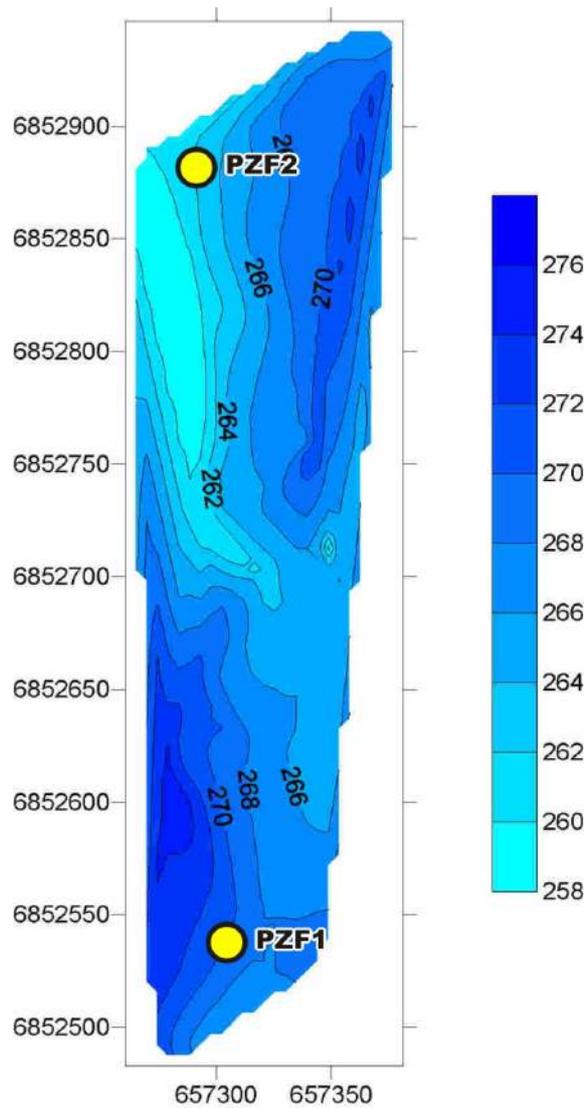


Figura 86 – Diferentes níveis da superfície com a localização esquemática dos piezômetros a serem instalados à montante, e a jusante da área da antiga mina da Figueira.

8. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO E ACOMPANHAMENTO

Os trabalhos de melhorias e monitoramento ambiental atualmente realizados serão mantidos, pois se caracterizam no acompanhamento de equipe multidisciplinar em todas as etapas do processo, tendo por finalidade executar as tarefas de forma precisa e correta, visando atingir os objetivos de devolver a área ao proprietário do solo e ao ambiente recuperada.

Já o início de execução das obras de melhorias a serem realizadas, identificadas no presente estudo, bem como a implantação dos piezômetros está condicionada à obtenção da Licença Ambiental de Operação para a atividade de recuperação ambiental das áreas degradadas.

UNIDADE MINEIRA TEMPO*	CAMPO				PILAR				FIGUEIRA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ATIVIDADES												
Melhorias do solo	X				X				X			
Melhorias das drenagens	X	X			X	X			X	X		
Instalação de Piezômetros	X	X			X	X			X	X		
Implantação das recomendações	X	X			X	X			X	X		
Estudo Hidrogeológico				X				X				X
Monitoramento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

* Tempo decorrido em semestres.

Obs.: O monitoramento deverá se estender até dois anos após a reabilitação das áreas.

9. ARTs DOS RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO

9.1. ART DO ENGº. AMBIENTAL

9.2. ART DO ENGº. AGRÔNOMO

9.3. ART DO GEÓLOGO

9.4. ART DO BIÓLOGO

9.5. ART DO GEÓGRAFO

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. Contribuição á geomorfologia da região oriental de Santa Catarina. Associação de geógrafos brasileiros. São Paulo: 1953.

AZEVEDO, A. Regiões climatobotânicas do Brasil. Bol. Paul. Geogr. (6): 1950

RANZANI, G. Manual de Levantamento de Solos : 2ª edição: Edit. Edgard & Blücher Ltda: São Paulo: 1969. 167 p.

ALBUQUERQUE, J.L.B. Aves. In FATMA et - Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina et UFRGS -Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estudos sobre o impacto ecológico da mineração e do beneficiamento do carvão na região Sul de Santa Catarina. Porto Alegre. 1978.

MEYER, F. R. A entomofauna nativa da região carbonífera do Estado de Santa Catarina. In FATMA et - Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina et UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estudos sobre o impacto ecológico da mineração e do beneficiamento do carvão na região Sul de Santa Catarina. Porto Alegre. 1978.

OLIVEIRA, L.F.B. Mamíferos. In FATMA et - Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina et UFRGS -Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estudos sobre o impacto ecológico da mineração e do beneficiamento do carvão na região Sul de Santa Catarina. Porto Alegre. 1978.

SANTOS, C.L. Peixes . In FATMA et - Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina et UFRGS -Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estudos sobre o impacto ecológico da mineração e do beneficiamento do carvão na região Sul de Santa Catarina. Porto Alegre. 1978.

FATMA-ECP, FUNDAÇÃO DE MEIO AMBIENTE-ENGENHEIROS CONSULTORES E PROJETISTAS. Programa de conservação e recuperação ambiental da região sul de Santa Catarina. Monitoramento ambiental: Florianópolis: 1981. 124 p. volume II C.

MACHADO, J.L. Projeto estudo da vulnerabilidade à contaminação dos mananciais subterrâneos decorrentes da extração do carvão mineral. CPRM, Porto Alegre: 1984. 300p.

KLEIN, R.M. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. Sellowia 36: 5-54. 1984.

DNPM-MME. Coletânea de trabalhos técnicos sobre controle ambiental na mineração: Brasília, DF: 1985. 376 pg.

ROSA, R.O.; HERRMANN, M.L.P. Geomorfologia. In: ATLAS DE SANTA CATARINA. Cap. B. “Aspectos Físicos”. GAPLAN/Subchefia de Estatística, Geografia e Informática, Rio de Janeiro: 1986. p.31-31.

MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE. Impactos previsíveis e formas de controle: Belo Horizonte: Ibram:1987. 70 pg.

SIQUEIRA, O. J. F. et alii. 1987. Recomendações de adubação e calagem Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT.

TUBELLIS, A. e J.L.do NASCIMENTO, J.L. Meteorologia descritiva – Fundamentos e aplicações brasileiras: São Paulo:ed.Nobel:1987. 550p.

IBAMA. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação: Brasília:1990. 56 p.

CITADINI- ZANETTE, V. et BOFF, V.P.. Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil. Publicação avulsa da Secretaria de Estado da Tecnologia, Energia e Meio Ambiente. Florianópolis: 1992.160 p.

PROJETO DE PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Zeta engenharia -Iesa engenharia:Criciúma:1995. 140 p. Volume I.

CIMARDI, A. V. Mamíferos de Santa Catarina. FATMA: Florianópolis:1996.302 p.

TUCCI, C.E.M. Modelos hidrológicos: Porto Alegre: editora da universidade, UFRGS/ABRH, 1998.721p.

SOUZA, D. Todas as aves do Brasil. Guia de campo para identificação. Editora DALL, Feira de Santana, BA. 1ª edição. 1998.

ESTUDO DE VIABILIDADE DA RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS MINERADAS NA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA REPUBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Relatório principal e final. FATMA-SDM-JICA: Florianópolis: 1998. 136 p.

CONTROLE DA POLUIÇÃO HÍDRICA DECORRENTE DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO. Diagnóstico da qualidade da água na bacia do rio Araranguá. DNPM-MME: São Paulo: 1999. 173p.

RALPH C. H. Hidrologia básica de água subterrânea. IPH-UFRGS/FEPAM-GTZ/ABAS: Porto Alegre.2000. 85 p.

MARQUES, O.A.V.; ETEROVIC, A.; SAZIMA, I. Serpentes da Mata Atlântica. Guia ilustrado para a serra do Mar. Holos Editora, Ribeirão Preto. 2001. p. 184.

IBGE - Censo Demográfico, Santa Catarina, 2001.

ÁVILA, E. L., Caracterização Hidrogeológica e hidroquímica da Formação Rio Bonito na região de Siderópolis e Adjacências, UFSC, 1992.

CETESB DAEE – Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 1997.

CETESB – Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo – 1994.

COSTA, M.D. Braga e RAMOS, O. C. – Ecologia e Meio Ambiente. Ed. Brasília, 1992.

DNPM- 2º Distrito – Centro Nacional de Treinamento para o Controle da Poluição na Mineração. “Controle da Poluição Hídrica Decorrente da Atividade de Mineração na Bacia do Rio Araranguá”.1999.

DNPM-MME – Carvão no Estado de Santa Catarina – 1981.

DNPM-MME – Perfil Analítico do Carvão – 1987.

DNPM-SEPLAN-SC – Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina – 1986.

FUNDATEC – Fundação Universidade Empresa de Tecnologia e Ciências – EIA - Estudo de Impacto Ambiental e RIMA – Relatório de Impacto Ambiental da Usina Termoelétrica Jorge Lacerda IV, para a ELETROSUL , em 1987.

IRITANI, et all – Curso “Poluição das Águas Subterrâneas: Avaliação, Proteção e Controle” – 1994.

SANTA CATARINA GAPLAN Gabinete de Planejamento – Atlas de Santa Catarina – 1986.

SANTOS, E. dos – Contribuição ao Estudo de Poluição Ambiental por Metais Pesados: A Área do Banhado da Estiva dos Pregos. Dissertação de Mestrado UFSC – 1992.

PEÑA, M. R. de la; RUMBOLL, M. 1988. *Birds of Southem South America and Antarctica*. Princeton Univ. Press, 304p.

ROSARIO, L. A. 1996. *As Aves em Santa Catarina: Distribuição Geográfica e Meio Ambiente*. Florianópolis FATMA, 326p.

SICK, H. 1985. *Ornitologia Brasileira*. Uma introdução. Vol. 1 e 2. Editora Universidade de Brasília, Brasília, DF. 1ª edição.

IBAMA. MANUAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO: TÉCNICAS DE REVEGETAÇÃO/IBAMA – Brasília, 1990. 96 p.

BELTON, W. 1994. Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e ecologia. Editora Unissinos, São Leopoldo, RS. 1ª edição.

CIMARDI, A.V. 1996. Mamíferos de Santa Catarina. Florianópolis : Fundação do Meio Ambiente - FATMA, 302 p. il.