



Estudo de Impacto Ambiental Mina de Carvão em subsolo Rio Pio - Treviso - SC

EIA



SUMÁRIO

1. OBJETO DO LICENCIAMENTO	12
2. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO.....	13
3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	14
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDEDOR	14
3.2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	14
3.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO	16
3.3.1. Perímetro da Mina em função da delimitação das reservas.....	16
3.3.2. Superfície e relevo na área do empreendimento.....	17
3.3.3. Espessura da camada e cobertura na área do empreendimento.....	17
3.3.4. Produção prevista e regime de operação da mina Rio Pio.....	17
3.3.5. Método de lavra.....	19
3.3.6. Vida útil do empreendimento.....	20
3.3.7. Dados Técnicos.....	21
3.3.8. Mão de Obra	22
3.3.9. Aspectos geológicos da jazida	24
3.3.9.1. Formação Rio Bonito.....	29
3.3.10. Relação de equipamentos de lavra	29
3.3.11. Características da Lavra (PROJETO)	29
3.3.12. Poço de ventilação	30
3.3.13. Esquema Geral da Mina.....	31
3.3.14. Dimensionamento dos Pilares da Mina	32
3.3.15. Desmonte da Camada de Carvão	33
3.3.15.1. Desmonte por Minerador Contínuo	33
3.3.15.2. Desmonte por Explosivos.....	33
3.3.16. Carregamento e transporte	34
3.3.17. Escoramento de Teto	34
3.3.18. Monitoramento de Teto	34
3.3.19. Drenagem da Mina.....	35
3.3.20. Unidades de Beneficiamento do ROM, Deposição dos Rejeitos e Tratamento dos Efluentes (Drenagens Ácidas).....	35
3.3.21. Investimentos	35
3.3.21.1. Ponto de Equilíbrio	37
3.3.21.2. Pay Back do Projeto.....	37
3.3.21.3. Lucratividade	37
3.3.21.4. Taxa de Retorno.....	37
3.3.21.5. Valor Presente do Lucro Líquido	37
3.3.21.6. CFEM Recolhido na Vida Útil.....	37
3.3.21.7. Considerações sobre as análises dos investimentos	38



4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	39
4.1. DEFINIÇÕES DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	39
4.2. ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	39
4.3. LEGISLAÇÃO.....	41
4.4. MEIO FÍSICO.....	43
4.4.1. Aspectos Climáticos.....	43
4.4.1.1. Temperatura.....	43
4.4.1.2. Umidade Relativa do Ar.....	46
4.4.1.3. Intensidade e direções eólicas médias.....	47
4.4.1.4. Pluviometria.....	48
4.4.1.5. Insolação média mensal.....	48
4.4.1.6. Evapotranspiração potencial.....	49
4.4.2. Pedologia.....	51
4.4.2.1. Agentes formadores de solo.....	51
4.4.2.2. Perfil do solo.....	51
4.4.2.3. Designação e características dos horizontes e camadas principais.....	51
4.4.2.4. Características Físicas do solo.....	52
4.4.2.5. Características complementares na descrição dos solos.....	53
4.4.2.6. Classificação dos Solos nos Seis Níveis Categóricos.....	55
4.4.2.7. Avaliação da Aptidão Agrícola do Solo.....	55
4.4.2.8 Considerações Preliminares Sobre os Solos nas Áreas Envolvidas.....	57
4.4.3. Geologia.....	59
4.4.3.1 Formação Rio Bonito.....	67
4.4.3.2 Formação Palermo.....	74
4.4.3.3 Formação Irati.....	75
4.4.3.4 Formação Serra Geral.....	76
4.4.3.5 Aspectos Morfológicos da Região.....	79
4.4.3.6 Aspectos Geológicos Estruturais da Jazida.....	81
4.4.4 Hidrogeologia.....	86
4.4.4.1 Sistema de Fluxo Freático.....	90
4.4.4.2 Sistema de Fluxo Profundo.....	92
4.4.4.3 Levantamento das Nascentes.....	115
4.4.4.4 Potencial Hídrico Subterrâneo.....	116
4.4.5. Recursos Hídricos.....	120
4.4.5.1. Recursos Hídricos Regionais.....	120
4.4.5.2. Recursos Hídricos Locais.....	122
4.4.5.3 Avaliação do Potencial Hídrico Superficial.....	126
4.4.5.4 Qualidade dos Recursos Hídricos.....	127
4.4.5.4.1 Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais.....	128
4.4.5.4.2 Qualidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos.....	131
4.4.5.4.3 Cadastro das Nascentes.....	133
4.4.5.5 Considerações Finais e Recomendações.....	135
4.4.6 Uso e ocupação do solo.....	137



4.5. MEIO BIÓTICO	138
4.5.1. Flora	138
4.5.1.1 Vegetação Original Regional	139
4.5.1.2 Sucessão Ecológica	142
4.5.1.3 Caracterização da Vegetação Remanescente	144
4.5.2. Fauna	150
4.5.2.1. Avifauna	150
4.5.2.2 Resultados	151
4.5.2.3 Considerações gerais.....	158
4.5.2.4 Ictiofauna.....	159
4.6. MEIO ANTRÓPICO	164
4.6.1. Histórico	164
4.6.2. Dados geográficos e estatísticos.....	164
4.6.3. Aspectos Sociais	166
4.6.4. Dados Locais.....	171
5. ANÁLISE DE RISCOS AMBIENTAIS.....	178
5.1. AQUISIÇÃO DE DADOS.....	178
5.2. CONSTRUÇÃO DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO	179
5.3. OPERAÇÕES COM AS CAMADAS DE INFORMACOES	179
5.4. RECLASSIFICAÇÃO DA MATRIZ DE VALORES.....	179
6. IMPACTOS AMBIENTAIS.....	184
6.1. METODOLOGIA DE ANÁLISE.....	184
6.2. ASPECTOS E IMPACTOS DURANTE AS OBRAS DE IMPLANTACAO E ABERTURA DA MINA.....	187
6.3. ASPECTOS E IMPACTOS DURANTE A OPERACAO DA MINA	189
6.4. ASPECTOS E IMPACTOS NO PÓS OPERAÇÃO DA MINA.....	190
7. MEDIDAS MITIGATORIAS, COMPENSATÓRIAS E DE CONTROLE	196
7.1. MEDIDAS DE CONTROLE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DURANTE AS OBRAS DE IMPLANTAÇÃO E ABERTURA DA MINA	196
7.2. MEDIDAS A SEREM APLICADAS DURANTE A OPERACAO DA MINA PARA MINIMIZACAO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	197



7.3. MEDIDAS A SEREM APLICADAS PARA CONTROLE DOS IMPACTOS APÓS A OPERAÇÃO DA MINA	199
8. MONITORAMENTO	205
8.1. MONITORAMENTO DOS NÍVEIS FREÁTICOS, DOS CORREGOS E DAS NASCENTES	205
8.2. MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBSUPERFICIAIS.....	205
8.3. MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	206
8.4. MONITORAMENTO DOS EFLUENTES DA ETDAM E DO SISTEMA FOSSA FILTRO SUMIDOURO	206
8.5. MONITORAMENTO DOS GASES, RUIDOS E POEIRAS	207
8.6. MONITORAMENTO DAS EDIFICACOES EM SUPERFÍCIE	207
9. CONSIDERAÇÕES.....	208
10. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA E DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS PELO ESTUDO.....	210
11. BIBLIOGRAFIA	211
ADENDOS.....	214
ANEXOS	215



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização macro regional do empreendimento.....	15
Figura 2: Área das poligonais das concessões do DNPM que formam a mina.	15
Figura 3: Representação do método de câmaras e pilares em mina de carvão....	19
Figura 4: Área abrangida pelo levantamento geológico.	24
Figura 5: Estratigrafia da área do Projeto Mina Rio Pio.	25
Figura 6: Perfil estratigráfico da área do projeto.....	27
Figura 7: Esboço geológico com o perímetro da Mina Rio Pio.....	28
Figura 8: Método <i>Rising boring</i> , de abertura de poços de ventilação.....	30
Figura 9: Layout operacional dos eixos principais, secundários e painéis produtivos.	32
Figura 10: Representação da área tributária de carregamento de cada pilar e espessura da cobertura.....	33
Figura 11: Área de influência indireta.....	40
Figura 12: Temperatura média mensal.	44
Figura 13: Média das temperaturas mínimas anuais.....	44
Figura 14: Média das temperaturas mínimas anuais.....	45
Figura 15: Médias das temperaturas médias anuais.....	45
Figura 16: Médias das temperaturas máximas anuais.	46
Figura 17: Umidade relativa média mensal.	46
Figura 18: Estações de Monitoramento e predominância dos ventos.	47
Figura 19: Precipitação total, média mensal.....	48
Figura 20: Probabilidade de atendimento hídrico anual.	48
Figura 21: Insolação diária mensal.....	49
Figura 22: Insolação anual em horas.	49
Figura 23: Evapotranspiração média mensal.	50
Figura 24: Evapotranspiração média anual.....	50
Figura 25: Alternativa de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.	56
Figura 26: Classificação da aptidão agrícola.....	57
Figura 27: Mapa dos solos da região do empreendimento.	58
Figura 28: Esboço do Mapa de Situação. (perímetro da Mina Rio Pio = polígono em amarelo; levantamento geológico = polígono preto). Fonte: Ortofotos DNPM (2006).	60
Figura 29 - Estratigrafia da área do Projeto Mina Rio Pio.	61
Figura 30 -Perfil geológico da área do Projeto Mina Rio Pio.....	63
Figura 31: Mapa geológico simplificado.	65



Figura 32 - Esboço geológico com o perímetro da Mina do Rio Pio (poligonal na cor magenta). Fonte: Geológica (2015).....	66
Figura 33 - Afloramentos do Arenito Barro Branco Inferior no leito do rio do Pio..	68
Figura 34: Seção geológica A-B (EH=EV). Seção geológica C-D (EH=EV).....	69
Figura 35 -Esboço do mapa de isópacas da camada Barro Branco (CT).	71
Figura 36 -Esboço do mapa de isópacas de carvão contido na camada Barro Branco (CC).....	72
Figura 37 -Esboço do mapa de isovalores da relação minério / estéril da camada Barro Branco (CC/CT).....	73
Figura 38: Esboço do mapa de isocobertura da lapa da camada Barro Branco. ..	74
Figura 39: Detalhe da litologia (siltito arenoso cinza avermelhado) correspondente ao intervalo inferior da Formação Palermo em afloramento (pto 2).	75
Figura 40 - Detalhe das litologias que compõem a Formação Irati em afloramento (pto 13).....	76
Figura 41 - Afloramento de diabásio da Formação Serra Geral (pto 6).....	77
Figura 42 - Afloramento de diabásio em perfil de alteração da Formação Serra Geral.	77
Figura 43 -Depósito de cobertura aluvionar (pto02).....	78
Figura 44 - Ao fundo a Serra Geral com relevo colinoso e 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. Em primeiro plano as formas são côncavo-convexas com vales abertos e disseminados relevos residuais de topo plano, mantidos por rocha mais resistentes e remanescentes de antiga superfície de aplanamento.	79
Figura 45 - Modelo estrutural da lapa observado no sentido norte-sul.....	82
Figura 46 - Modelo estrutural da lapa observado no sentido de sudoeste para nordeste.	83
Figura 47 - Mapa estrutural da lapa da camada Barro Branco na Mina Rio Pio. ..	85
Figura 48 - Seção estrutural A-B (EH = EV).....	86
Figura 49 - Seção estrutural C-D (EH = EV).	86
Figura 50 -Desenho esquemático mostrando os diferentes sistemas de fluxo da água subterrânea.	87
Figura 51 - Esboço do Mapa Hidrogeológico da Mina Rio Pio.	89
Figura 52 -Esboço do mapa potenciométrico do aquífero de fluxo freático.....	91
Figura 53 - Esboço do mapa potenciométrico do aquífero de fluxo profundo.	93
Figura 54 - Resultado do teste de estimação da condutividade hidráulica.....	98
Figura 55: Metodologia para a determinação do índice de empacotamento.....	100



Figura 56: Desenho esquemático do processo de compactação química.	101
Figura 57: Gráfico Houseknecht do teto imediato.	104
Figura 58: Lâmina delgada do siltito do teto imediato mostrando a ocorrência de quartzo suturado e sintaxial, pirita, feldspato em processo de dissolução e calcita.	105
Figura 59: Gráfico Houseknecht do teto superior (poço PmVRN5B).....	107
Figura 60: Lâmina delgada de arenito mostrando quartzo sintaxial, contatos retos, côncavo-convexo, suturado e o espaço intergranular preenchido por argila.	108
Figura 61: Gráfico Houseknecht do teto superior (poço PmVRN3C).	113
Figura 62: Lâmina delgada de arenito mostrando plagioclásio albitizado, quartzo, feldspato, pirita e cimento argiloso.	114
Figura 63 - Curvas de recuperação do nível estático da água subterrânea de fluxo freático.	117
Figura 64: Mapa das Regiões Hidrográficas de Santa Catarina.....	120
Figura 65: Diagrama topológico do rio Araranguá.....	121
Figura 66: Bacias hidrográficas de entorno. IBGE 1966, atualizado em 1984. ...	122
Figura 67: Microbacias na área e a montante.	123
Figura 68: Precipitação acumulada mensal medida no pluviômetro da Unidade Mineira IV – Volta Redonda.....	126
Figura 69: Mapa de cobertura original da Floresta Atlântica, IBGE.....	139
Figura 70: Mapa dos remanescentes da Floresta Ombrófila Densa de Santa Catarina “PPMA-SC/FATMA” (Geoambiente 2008).....	141
Figura 71: Exemplo de sucessão secundária em áreas abandonadas após a degradação. A esquerda é representada a cronologia; no centro as espécies mais características e a direita as síndromes. Fonte: KLEIN, 1979-1980.....	143
Figura 72: Croqui das áreas com vegetação arbórea na área de concessão.	144
Figura 73: Zoneamento municipal da área do empreendimento, onde ZIR zona de interesse rural e ZRA zona de recuperação ambiental.	145
Figura 74: Espécies por família botânica.	148
Figura 75: Espécies por categoria sucessional.	148
Figura 76: Visão do subdossel de um remanescente no interior da poligonal.	149
Figura 77: Sistema de cultivo nas propriedades, campo, silvicultura e vegetação nativa.....	149
Figura 78: Visão de uma das propriedades.....	150
Figura 79: Interior de um remanescente florestal.....	150
Figura 80: Número de espécies por família.....	154
Figura 81: Tesourinha (<i>Tyrannus savana</i>).	155



Figura 82: Canário-da-terra-verdadeiro (<i>Sicalis flaveola</i>).....	155
Figura 83: Indivíduo da família Threskiornithidae na ordem Curicaca (<i>Theristicus caudatus</i>).....	156
Figura 84: Indivíduo da família Threskiornithidae - Tapicuru-de-cara-pelada (<i>Phimosus infuscatus</i>).....	156
Figura 85: Rolinha-roxa (<i>Columbina talpacoti</i>), família Columbidae.....	157
Figura 86: Aracuã-escamoso (<i>Ortalis squamata</i>).....	157
Figura 87: Jaçanã (<i>Jacana jacana</i>).	158
Figura 88: Andorinha-do-campo (<i>Progne tapera</i>).....	158
Figura 89: Pontos de amostragem da Ictiofauna.....	160
Figura 90: Modelo do covoutilizado na captura das espécies, IC 03.....	160
Figura 91: <i>Geophagus brasiliensis</i> , Cará IC 02.....	161
Figura 92: <i>Aztyanaxsp</i> , Lambari IC 03.	161
Figura 93: Ponto de coleta IC 01.....	162
Figura 94: Ponto de coleta IC 02.....	162
Figura 95: Ponto de coleta IC 03.....	163
Figura 96: Ponto de coleta IC 04.....	163
Figura 97: IDH municipal.....	167
Figura 98: IDH municipal.....	167
Figura 99: Evolução do Índice FIRJAN Consolidado para o município.	168
Figura 100: IFDM consolidado FIRJAN 2013.....	168
Figura 101: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB Rede Pública.	169
Figura 102: Idades dos entrevistados.	172
Figura 103: Tipo de moradia dos entrevistados em porcentagem.....	173
Figura 104: Número de moradores por residência.....	173
Figura 105: Número de salários Mínimos.....	174
Figura 106: Número de salários Mínimos.....	174
Figura 107: Tratamento de esgotos.	175
Figura 108: Posicionamento em relação a abertura do empreendimento.	175
Figura 109: Receios da comunidade em relação ao empreendimento.	176
Figura 110: Solicitação de melhorias para comunidade.....	176
Figura 111: Classes estabelecidas com base na reclassificação em três intervalos iguais.....	181
Figura 112: Classes estabelecidas com base na reclassificação em três intervalos geométricos.....	183



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Coordenadas do empreendimento.	16
Tabela 2: Características do empreendimento.	21
Tabela 3: Profissionais envolvidos.	22
Tabela 4: Vertices dos estudos geologicos locais.	24
Tabela 5: Afloramentos Descritos.	27
Tabela 6: Custos médios de extração em mina de encosta.	36
Tabela 7: Custo aproximado do carvão posto na usina de beneficiamento.	36
Tabela 8: Custo das operações com a inclusão dos rejeitos.	36
Tabela 9: Custo do carvão energético CE 4500.	37
Tabela 10: CFEM a ser recolhida no período de vida útil da Mina Rio Pio.	37
Tabela 11: Direção predominante dos ventos no sul catarinense.	47
Tabela 12: Afloramentos descritos.	64
Tabela 13 -Descrição dos sistemas aquíferos na área da Mina Rio Pio.	88
Tabela 14 - Resumo dos resultados dos ensaios de permeabilidade vertical com testemunhos de sondagem.	95
Tabela 15: Resumo da análise petrográfica.	104
Tabela 16: Resumo da análise petrográfica.	109
Tabela 17: Resumo da análise petrográfica.	111
Tabela 18 - Resultados dos testes de rebaixamento e recuperação da água subterrânea de fluxo freático.	116
Tabela 19: Resultado do teste de bombeamento realizado no poço monitor PMVRN5.	118
Tabela 20: Resultado do teste de bombeamento realizado no poço monitor PMVRN7.	119
Tabela 21: Resultados das análises das águas.	124
Tabela 22: Balanço das descargas das drenagens afluentes das sub-bacias dos rios do Pio e Mãe Luzia.	127
Tabela 23: Resultados do monitoramento das nascentes.	134
Tabela 24: Identificação e localização dos pontos de monitoramento.	128
Tabela 25: Resultado do monitoramento dos recursos hídricos superficiais (drenagens, nascentes e barragens).	130
Tabela 26: Localização dos poços de monitoramento.	131
Tabela 27: Resultados das análises físico-químicas das águas subterrâneas. ..	132
Tabela 28: Quantificação das classes de cobertura do solo.	137
Tabela 29: Espécies Florestais encontradas nos levantamentos.	145



Tabela 30: Lista de espécies registradas classificadas pelos táxons Ordem, Família, Subfamília e Espécie.....	151
Tabela 31: Peixes coletados no entorno do empreendimento, Treviso SC.....	161
Tabela 32: Síntese demográfica Municipal.	165
Tabela 33: Tabela da faixa etária completa da população, 2010.	165
Tabela 34: Educação no município de Treviso.....	169
Tabela 35: Síntese econômica municipal IBGE 2013.....	170
Tabela 36: Valor adicionado fiscal de Treviso, organizado segundo os 05 grupos de atividades econômicas mais representativas – 2007	170
Tabela 37: Produto Interno Bruto.	170
Tabela 38: Camadas de informações utilizadas na análise.	179
Tabela 39: Quantitativos de áreas para cada classe de risco ambiental referente divisão em três intervalos iguais.....	180
Tabela 40: Quantitativos de áreas para cada classe de risco ambiental referente divisão em três intervalos geométricos.	182



1. OBJETO DO LICENCIAMENTO

Este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental para Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina e para a sociedade, objetivando a obtenção das licenças ambientais necessárias à extração de carvão mineral, que se dará pela implantação de uma mina em subsolo, localizada na Região Carbonífera de Santa Catarina, município de Treviso.

A área total do Projeto Mina Rio Pio é de 414,73 ha e está inserida nas poligonais dos processos DNPM 014.926/1936, objeto de Manifesto de Mina nº 461.06/1936 e DNPM 001.492/1936, objeto do Manifesto de Mina nº 461/1936. Estima-se um montante de 17.116.747 toneladas de carvão bruto “*in situ*” na camada de carvão Barro Branco, uma produção de 7.657.719 toneladas de carvão ROM considerando uma recuperação de 44,74% da mina, o que resulta em 3.063.088 toneladas de carvão tipo CE4500.

De forma geral, as atividades operacionais da mina de carvão em estudo envolvem a extração, o depósito temporário de carvão ROM (“Run Of Mine” – Minério proveniente diretamente da jazida sem nenhum tratamento), o tratamento de passivos e o transporte do ROM para beneficiamento em uma unidade externa pertencente à Mina Esperança, localizada a pouco mais de três quilômetros do empreendimento.

Conforme as resoluções do CONSEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente) e seus anexos I, atualizado em 10/01/13, a atividade de mineração de carvão possui o seguinte enquadramento:

00.20.00 Lavra a subsolo com desmonte por explosivo¹
Pot. Poluidor/ Degradador: Ar: P Água: G Solo: G Geral: G
Porte: 40.000 >= PM* >= 10.000 Médio (EIA)

O EIA em tela estuda a viabilidade ambiental do empreendimento elencando impactos ambientais negativos e positivos inerentes as atividades que podem ocorrer nos meios físico, biótico e socioeconômico. Também são traçadas recomendações, medidas mitigadoras e controles ambientais a serem implementados para mitigação das fontes de poluição.

Também são abordados os itens de planejamento e implantação de infraestrutura exigida para o funcionamento do referido empreendimento como plantas de construções e esquemas de execução da segurança técnica e da preservação ambiental.

¹A exploração será realizada em sua maioria com minerador contínuo, sendo utilizados explosivos apenas quando da necessidade de rompimento de rochas com maior dureza que aquelas atreladas ao carvão (diques, falhas,...), sendo esta a classificação a única a ser realizada em subsolo, pela normativa utilizada pela FATMA para extração de minerais.



2. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO

A Minageo Ltda. é uma empresa com ampla experiência e tradição na exploração de carvão mineral em minas de subsolo e tem como objetivo dar continuidade ao abastecimento de matéria prima para o complexo Termoelétrico Jorge Lacerda, em Capivari de Baixo – SC. A regulamentação deste mercado ocorre através dos dispositivos legais (Leis nº10.438 de abril de 2002 e 10.762 novembro de 2003), os quais garantem uma demanda mínima de 200.000t/ mês de carvão CE4500.

Uma das mais importantes funções da energia gerada a partir das usinas termoelétricas é garantir o abastecimento de energia elétrica a indústria e a população, ser um ingrediente básico de sobrevivência, em especial nos períodos de secas hídricas que ocasionam uma forte redução de produção nas hidrelétricas brasileiras que conseqüentemente podem aumentar as chances de desabastecimento energético. Este entendimento é compartilhado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), onde o mesmo planeja uma diversificação da matriz energética por meio da redução de 70% para 50% de dependência da energia hidroelétrica e do aumento da geração térmica a gás, a carvão e de fontes renováveis.

Há uma necessidade crescente de novos projetos de exploração de carvão para atendimento ao Complexo Jorge Lacerda em virtude do número de fechamento de minas superar com folga ao de abertura. Esse cenário, além de aumentar o risco de desabastecimento de energia, impacta negativamente no mercado de consumo, uma vez que os empregos não são repostos e as famílias que tradicionalmente se mantêm desta atividade ficam desamparadas, principalmente em um município de pequeno porte como é Treviso, o qual já possui uma alta evasão de jovens que acabam inflando os problemas socioeconômicos nas cidades pólos.

O plano de exploração foi elaborado para as reservas de carvão da camada barro branco, sendo que na área existem reservas em camadas inferiores denominadas Irapuá e Bonito, o que possibilita futuramente recuperar essas camadas de carvão remanescentes com basicamente as mesmas estruturas instaladas para atendimento ao presente empreendimento.

O projeto da Mina Rio Pio prevê a lavra de carvão em subsolo, pelo método de câmaras e pilares, sem o desmonte dos mesmos, com dois conjuntos mecanizados, sendo um deles de produção e outro de desenvolvimento, trabalhando em três turnos de sete horas e doze minutos de segunda á sexta feira.

O carvão “bruto”, ROM - Run of Mine será beneficiado na unidade de da carbonífera Metropolitana, localizado no complexo mineiro denominado Esperança/ Fontanela, essa vantagem operacional reduz substancialmente a possibilidade de geração de impactos ambientais principalmente de drenagem ácida de mina, em razão de não ser preciso destinar novas áreas para instalação de depósitos de rejeitos. A área superficial limita-se a uma pequena parcela de aproximadamente um hectare que será utilizado para deposição temporária e transporte do ROM.



3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A atividade objeto deste Estudo de Impacto Ambiental – EIA consiste na implantação de uma mina de extração de carvão em subsolo considerando a extração de aproximadamente 50.400 toneladas por mês, destinado essencialmente a indústria siderúrgica e energética.

Em sequência são apresentadas as principais características dos processos, produtos, resíduos e efluentes.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Titular: **Minageo Ltda.**

Endereço da sede: Rua Arcângelo Meller, n 805

Bairro: Santa Augusta, Criciúma

CEP: 88.805-470

Processos: DNPM 014.926/1936 – Arrendado junto à Carbonífera Treviso S.A. e DNPM 001.492/1936 – Parceria com a Carbonífera Metropolitana.

Substancia: Carvão mineral

Título: Manifesto de Mina

Área a ser minerada: 414,73ha

3.2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento será implantado numa área de 414,73 hectares no município de Treviso, Santa Catarina, próximo a Rodovia SC-446 que interliga os municípios de Siderópolis, de Treviso e de Lauro Muller. A área em estudo é cortada no sentido noroeste para sudeste pelo Rio Pio, o qual deságua no Rio Mãe Luzia, que posteriormente se encontra com o Rio Araranguá, e finalmente, este último tem sua foz no Oceano Atlântico.

O município de Treviso é vizinho das cidades de Siderópolis e Urussanga e todos integram a Região Metropolitana de Criciúma e fazem parte da chamada Região Carbonífera do Sul do Estado de Santa Catarina, locais com mais de cem anos de história em mineração de carvão.

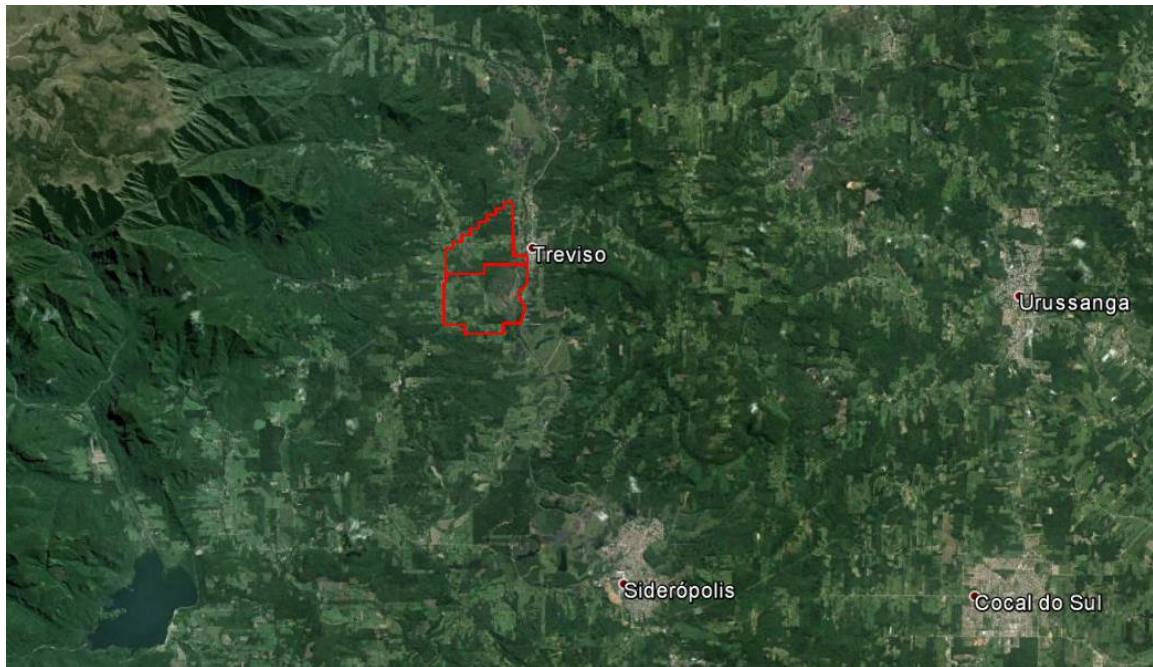


Figura 1: Localização macro regional do empreendimento.

O ramal ferroviário de Siderópolis da Ferrovia Teresa Cristina (FTC) é o responsável por escoar a produção de carvão até o Complexo Termoelétrico Jorge Lacerda.

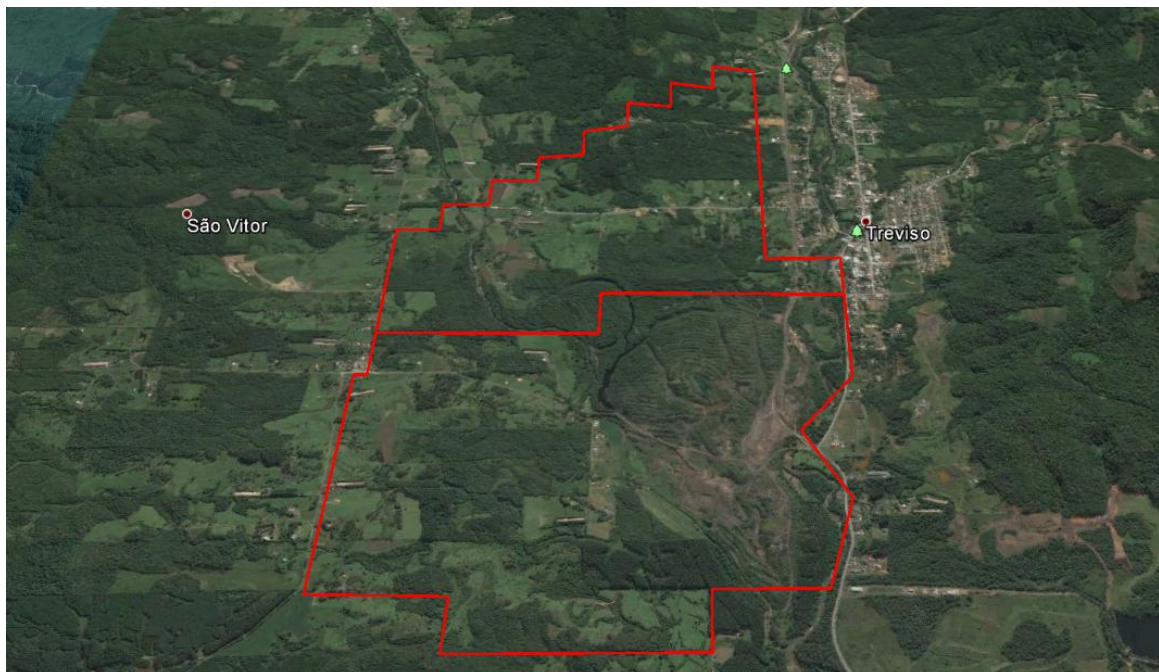


Figura 2: Área das poligonais das concessões do DNPM que formam a mina.

O polígono da área total acima esta circunscrito pelas coordenadas Geográficas em Graus Decimais SIRGAS 2000, conforme a tabela abaixo:



Tabela 1: Coordenadas do empreendimento.

VERTICE	LAT	LONG
0	-28° 31' 54,184"	-49° 27' 49,136"
1	-28° 31' 54,375"	-49° 27' 54,709"
2	-28° 32' 3,072"	-49° 27' 54,755"
3	-28° 32' 3,914"	-49° 28' 31,140"
4	-28° 31' 55,390"	-49° 28' 31,514"
5	-28° 31' 55,560"	-49° 28' 51,384"
6	-28° 30' 57,349"	-49° 28' 51,688"
7	-28° 30' 10,311"	-49° 27' 44,711"
8	-28° 31' 2,740"	-49° 27' 43,588"
9	-28° 31' 2,750"	-49° 27' 53,503"
10	-28° 31' 5,040"	-49° 27' 51,363"
11	-28° 31' 7,108"	-49° 27' 54,199"
12	-28° 31' 6,218"	-49° 27' 55,032"
13	-28° 31' 8,510"	-49° 28' 4,876"
14	-28° 30' 59,687"	-49° 28' 6,840"
15	-28° 30' 59,856"	-49° 28' 20,769"
16	-28° 31' 13,799"	-49° 28' 21,006"
17	-28° 31' 19,047"	-49° 28' 16,673"
18	-28° 31' 28,437"	-49° 28' 20,644"
19	-28° 31' 54,184"	-49° 27' 49,136"

3.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO

Conforme descrito sumariamente, este estudo refere-se a implantação de um empreendimento de mineração de carvão e o tratamento das drenagens provenientes da mina e do pátio de operação. Para as definições técnicas de projeto foi contratada a empresa Geológica Engenharia e Meio Ambiente, que elaborou o projeto de lavra (Plano Técnico Mineiro – PTM Mina Rio Pio) que segue em anexo, o qual será sucintamente descrito a seguir.

3.3.1. Perímetro da Mina em função da delimitação das reservas

A Mina Rio Pio será desenvolvida através de um eixo principal, o Eixo NW-I, que será desenvolvido na direção NW, até atingir o limite da poligonal no extremo noroeste da mina. Deste Eixo NWI serão desenvolvidos outros dois eixos primários, Eixo NE-I e Eixo SW-I, sendo que deste último será derivado o eixo S-1, último eixo primário da mina. Destes eixos primários serão desenvolvidos os eixos secundários e painéis de lavra, que permitirão, deste modo, o desenvolvimento da lavra de toda a poligonal da mina.

O desenvolvimento dos eixos permitirá a lavra em painéis, prevendo-se eixos com sete galerias e de painéis predominantemente com nove galerias, com largura de



6,00 metros, incluindo os travessões, deixando os pilares maciços normalmente quadrados, com os lados variáveis conforme a espessura da cobertura, de modo que o Fator de Segurança – FS mínimo não seja inferior a 1,3 (DIMENPIL). São deixados ainda pilares barreiras entre painéis e eixos e pilares de segurança no limite minerável.

O “lay out” da mina e a codificação dos eixos e painéis foram definidos de acordo com o planejamento apresentado no Mapa Matriz da Mina.

As coordenadas geográficas dos limites da área do empreendimento foram obtidas com auxílio das ortofotocartas, com base em levantamento aerofotogramétrico realizado em novembro 2006 e apoio topográfico em bases implantadas em campo, tendo as coordenadas transportadas da rede oficial de marcos geográficos do IBGE.

3.3.2. Superfície e relevo na área do empreendimento

A superfície na área determinada para lavra apresenta feições topográficas com predominância de forma côncava, relevos residuais de topo remanescentes de antiga superfície de aplanamento côncavo-convexos, com vales abertos e disseminados plano, mantidos por rocha mais resistentes e remanescentes de antiga superfície de aplanamento.

As curvas de nível referentes às cotas da superfície na área da mina variam de 130 metros, no extremo sudeste, a 230 metros, em seu extremo norte. Em geral não existem quebras de relevo acentuadas que exijam grandes variações na dimensão dos pilares.

3.3.3. Espessura da camada e cobertura na área do empreendimento

Além do condicionamento estrutural e presença de intrusões, as espessuras da camada e da cobertura se constituem em condicionantes para a definição da área minerável.

Tendo em vista as características dos carvões definidas nos pontos de sondagem foram delimitadas para a Mina Rio Pio, como mineráveis as reservas com espessura mínima de camada de 1,50m em função do custo do avançamento recuperação de carvão vendável, tráfego de equipamentos e acesso de pessoal.

3.3.4. Produção prevista e regime de operação da mina Rio Pio

A produção total diária da mina é o resultado da soma da quantidade de carvão produzida em cada ciclo operacional de cada frente de serviço, multiplicada pelo número de ciclos obtidos em todas as frentes de lavra e pelo número de turnos diários de trabalho adotados.

Um conjunto mecanizado é formado por um minerador contínuo, dois shuttle-car, um alimentador e duas perfuratrizes de teto. O conjunto de desenvolvimento deve contar com uma perfuratriz de frente, uma perfuratriz de teto e duas carregadeiras LHD.



Produção nominal de um minerador contínuo = 177,8 t/h trabalhada. Aplicando-se uma disponibilidade mecânica operacional média de 75%, tem-se:

Produção média por máquina: $177,8 \text{ t/h trabalhada} \times 0,75 = 133,4 \text{ t/hora/máquina}$.

Considerando um turno de 6h efetivas, visto que o turno é de 7,2 horas, tem-se:
 $133,4 \text{ t ROM/hora máquina} \times 6,0 \text{ h} = 800 \text{ t ROM/máquina turno}$

Para cada conjunto mecanizado, portanto, é possível obter em média, 800 toneladas de ROM por turno de produção, considerando um painel formado por sete a nove galerias, conforme o planejado adotado para esta mina.

Para o dimensionamento da produção da Mina Rio Pio foram previstos cortes com profundidade média de 5 metros o que equivaleria a 123,5 t/corte, exigindo uma média de 20 cortes por dia para atingir a produção requerida de 2.400 t. ROM/dia ou 800 t/ROM por turno, com rendimento de bits, (perfuratrizes), nesta condição e de 15 t/bit.

- Largura da galeria: 6,0 m
- Altura média da galeria: 1,97 m
- Avançamento médio: 5,0 m
- Densidade do material: 2,09 t/m³
- Volume minerado por corte: $6,00 \text{ m} \times 1,97 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} = 59,1 \text{ m}^3$.
- Toneladas por corte: $59,1 \text{ m}^3 \times 2,09 \text{ t/m}^3 = 123,5 \text{ t}$

O número médio de dias trabalhados no mês é de 21 dias, considerando jornadas de cinco dias na semana de segunda a sexta feira. O tempo de deslocamento é computado dentro da jornada total, de forma que é prevista uma jornada efetiva de seis horas na frente e jornada diária total de sete horas e doze minutos.

Nestas condições, para atingir a produção planejada de 2.400 t./dia de ROM, será necessário um painel de produção mensal de 20.160 t. de CE 4500 é de:

- Produção ROM mensal: 50.400 t. ROM
- Produção ROM anual: $50.400 \text{ t. ROM} \times 12 \text{ meses} = 604.800 \text{ t. ROM/ano}$
- Reserva lavrável (ROM): 7.657.719 t.
- Vida útil projetada: 152 meses ou 12,7 anos

Considerada a produção no beneficiamento de carvão tipo CE 4500 com recuperação estimada de 40%, tem-se a previsão de produção de 3.063.088 toneladas de carvão CE 4500 ao longo da vida útil, produção esta que atenderia uma fração do consumo do complexo termelétrico Jorge Lacerda.

Vale salientar também que esta vida útil se refere à jazida hoje conhecida e disponível para lavra e acima de 1,50 m de camada total. Com o detalhamento da pesquisa e o aprimoramento da técnica de mineração será possível a mineração de outras camadas (Irapuá e Bonito), ou áreas da camada Barro Branco com espessuras menores do que 1,50 metros, ampliando a vida útil da jazida.

A viabilidade econômica do empreendimento e o custo de produção serão calculados para o nível de 20.160 t/mês de CE 4.500, considerado ideal para a



mecanização adotada. Além disso, este nível de produção permite uma vida útil para a mina compatível com a amortização dos investimentos.

3.3.5. Método de lavra

A Mina Rio Pio utilizara o método de câmaras e pilares para extração de carvão da camada Barro Branco, considerando-se que o minério está disposto em camada horizontal de grande extensão em área e com baixa inclinação. Este método é amplamente empregado na mineração de carvão na região sul de Santa Catarina em coberturas geralmente menores que 300 m, e de espessuras variáveis.

No método de câmaras e pilares, são desenvolvidas galerias paralelas e perpendiculares entre si espaçadas de forma regular delimitando pilares que realizarão a sustentação do teto. Os pilares são formados pelo próprio minério lavrado, ou seja, neste método boa parte da reserva acaba sendo deixada em subsolo (em minas de carvão da região carbonífera este índice varia de 45 a 50%).

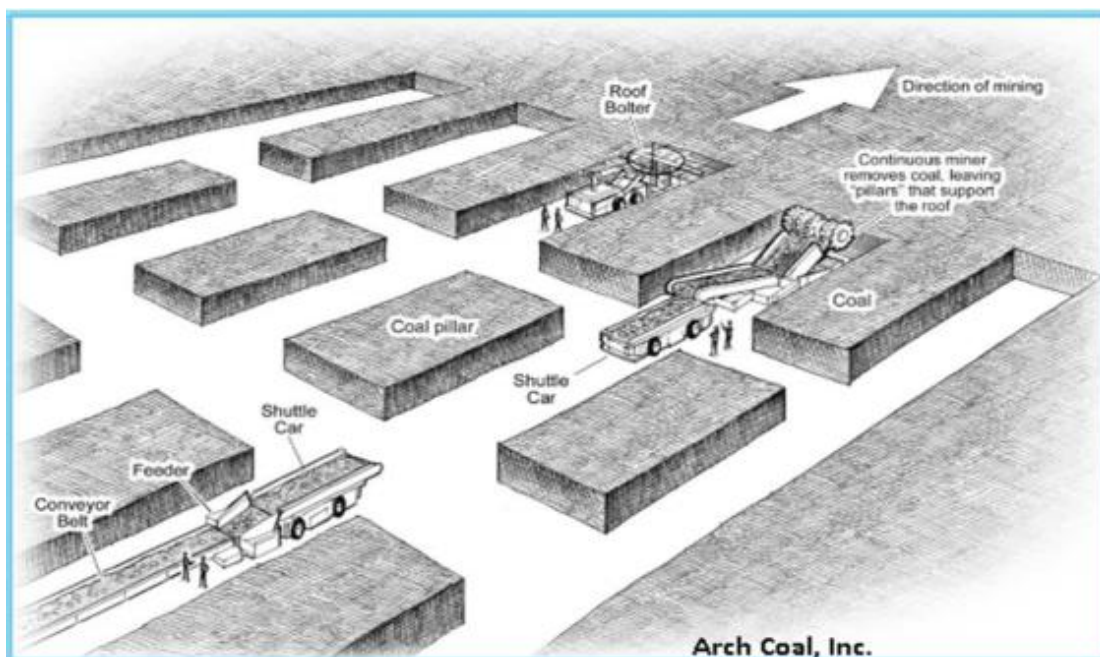


Figura 3: Representação do método de câmaras e pilares em mina de carvão.

Fonte: <https://wvcoalassociation.files.wordpress.com>

A utilização de enchimento das aberturas da lavra com rejeitos de carvão (backfill) pode proporcionar um confinamento lateral no pilar e sua consequente redução em tamanho propiciando uma melhor recuperação na lavra.

Os pilares, no método de câmaras e pilares, são dimensionados de acordo com a cobertura sobre a camada a ser lavrada, e também, a partir das características geomecânicas da rocha. Para pilares de carvão existem diversos autores que propõem diferentes equações de dimensionamento. Basicamente, todas as equações se baseiam em regressões lineares que combinam os fatores carga e resistência que uma



determinada área de pilar (rocha) possui. Para o melhor entendimento destes conceitos denota-se que:

Pilares são porções do minério deixadas para suporte dos painéis de lavra podendo ser quadrados ou retangulares;

O dimensionamento dos pilares requer o conhecimento do carregamento sobre o pilar e a resistência do pilar (fórmulas empíricas);

Como os pilares formam um sistema de suporte, a grande preocupação são os tipos de ruptura: ruptura gradual (controlada) e ruptura súbita (não controlada).

Segundo Peng (1986), para o dimensionamento adequado dos pilares, no sistema de câmaras e pilares, devem ser considerados os seguintes fatores:

-A história de carregamento dos pilares, incluindo o carregamento do maciço e abatimentos que podem provocar redistribuição de tensões;

-Distribuição das tensões no pilar;

-Resistência do pilar;

-Interação entre teto, pilar e piso.

Os métodos empíricos, em sua totalidade, ignoram a interação do sistema piso, pilar e teto. Esta resposta só é obtida através de métodos numéricos de dimensionamento (elementos finitos). Nos métodos empíricos a principal preocupação é a determinação da resistência à compressão que um determinado pilar possui. Nestes, os pilares são dimensionados para suportar todo o pacote de rochas acima do pilar, evitando assim a subsidência da superfície. Para tanto, é preciso que sejam determinados o carregamento e a resistência do pilar.

A camada de carvão Barro Branco, que apresenta características mineráveis na jazida, encontra-se sob coberturas que variam de um mínimo de 10 metros ao máximo de 215 metros na área bloqueada para a mina.

O método de câmaras e pilares é um método extremamente maleável, podendo operar de forma manual ou mecanizada. Nos dias atuais, a mecanização das minas é uma necessidade, visto os altos níveis de produção e a exigência cada vez maior de segurança. A utilização de mineradores contínuos na lavra de carvão se constitui numa opção para o aproveitamento da jazida, já que estes apresentam uma melhor produtividade e dispensam o uso de explosivos no desmonte de rochas.

A lavra será feita através da abertura de galerias paralelas, com largura adotada de 6,00 m, e altura definida pela potência da camada, interligadas por travessões com a mesma largura, perpendiculares aos eixos longitudinais das galerias. As galerias e travessões individualizarão pilares com larguras variáveis, dependendo da espessura de cobertura ao longo da mina. A recuperação média da jazida, com a aplicação deste método, está estimada em 44,74%.

3.3.6. Vida útil do empreendimento

A vida útil foi calculada com base na recuperação estimada da jazida e na produção média mensal de 50.400 toneladas de carvão bruto (ROM).

A recuperação da jazida foi calculada para cada bloco considerando-se a lavra pelo sistema de câmaras e pilares, e ainda, a cobertura, o tamanho dos pilares, a altura das galerias, a largura das galerias e o fator de segurança calculado pelo



método DIMEMPIL (CIEN TEC 1991). As perdas de reservas em decorrência de acidentes geológicos foram estimadas em 10% das reservas medidas e a recuperação final da mina foi estimada em 44,74%.

Considerando os fatores acima que influenciam diretamente no cálculo da vida útil de 12,7 anos.

Tabela 2: Características do empreendimento.

PARÂMETROS	VALORES
Área cubada	4.147.368m ²
Espessura média ponderada da camada de carvão Barro Branco	1,97m
Massa específica média da camada de carvão Barro Branco	2,09t/m ³
Reservas medidas	17.116.747t
Perdas por eventos geológicos	10%
Recuperação da lavra	44,74%
Reservas de carvão ROM	7.657.719t
Produção média anual de carvão bruto	604.800t
Vida útil das reservas recuperáveis da jazida	12,7 anos

3.3.7. Dados Técnicos

O projeto da Mina Rio Pio, prevê a lavra da camada Barro Branco pelo método de câmaras e pilares. O acesso à camada será realizado através de um plano inclinado e de dois poços de ventilação sendo um deles dotado de saída de emergência. As galerias e travessões dos eixos e painéis de lavra terão a largura de 6,00 metros e alturas variáveis, de acordo com a espessura da camada de carvão em cada painel de lavra.

Quanto aos equipamentos utilizados na lavra e desenvolvimento, duas situações:

Utilização de conjunto mecanizado com minerador contínuo, equipamento móvel montado sobre esteiras, provido de uma cabeça com *bits* de carboneto de tungstênio que corta a camada de carvão, recolhe o carvão desmontado por meio de braços rotativos e alimenta os carros transportadores rebaixados (shuttle-car), através de cauda dotada de transportador de arraste. O shuttle-car descarrega o carvão transportado no alimentador e daí até a superfície por sistema de transportadores de correia;

Desmonte com “fogo no duro”: Neste caso é feita a perfuração da frente de toda a face por uma perfuratriz, com posterior utilização de cartuchos de explosivo para o desmonte de rocha. O material desmontado é carregado e transportado por carregadeira rebaixada LHD, sendo descarregado no alimentador, seguindo a partir daí até a superfície pelo sistema de correias transportadoras. Este método será utilizado quando houver impossibilidade de utilização do minerador contínuo.



3.3.8. Mão de Obra

A Mina Rio Pio contará com o apoio da infraestrutura existente no complexo mineiro Esperança/Fontanella, operado pela Carbonífera Metropolitana, distante a aproximados 4,2 km do futuro acesso ao subsolo, de tal forma que, sua estrutura particular venha a atender às necessidades da manutenção local dos processos produtivos e de controle, vinculadas às diretrizes daquele setor, assim como às políticas da empresa. Esta infraestrutura disponível compreende oficina mecânica, almoxarifado, sondagem, pesquisa tecnológica, planejamento mineiro, sistemas de gestão da qualidade, ambiental entre outros.

O quadro de pessoal foi dimensionado para um conjunto de produção com minerador contínuo e um conjunto com LHD, operando em três turnos de produção e um turno de operação, situação esta que servirá para demonstrar a viabilidade do projeto.

Tabela 3: Profissionais envolvidos.

Categoria Profissional	Número de Homens
Apoio Técnico	5
Desenho	1
Topografia	2
Mecânica de Rochas	5
Produção	101
Engenheiro	1
Supervisor	1
Encarregados de Produção	6
Transporte Pessoal e Materiais	6
Perfuração de Frente	3
Detonação	8
Operação do Minerador Contínuo	3
Auxiliar de Operação	3
Operação do Shuttle-car	6
Operação da LHD	8
Perfuração de Teto	10
Escoramento de Teto	10
Ventilação	6
Madeireiro/Carpinteiro/Pedreiro	4
Drenagem	6
Operação Correias Transportadoras	20
Segurança de Medicina do Trabalho	8
Engenheiro	1
Técnico de Segurança	4
Técnico de Enfermagem	3



Manutenção	26
Mecânica Máquinas Subsolo	10
Elétrica Subsolo	6
Correias Transportadoras	8
Soldador	2
Serviços Gerais	10
Vigilância	4
Registro de Pessoal	1
Vestiário e Lanternas	3
Limpeza	2
TOTAL	150

O recrutamento do pessoal necessário à implantação e operação desta mina de subsolo não apresentará grandes problemas, no tocante ao treinamento, já que ela será implantada numa região onde existe este tipo de mão-de-obra qualificada. Está previsto o funcionamento da mina nos seguintes horários de turnos:

Superfície (7:20 h /turno)
1º turno: 06 h - 13:20 h (operação)
2º turno: 13:20 h – 20:40 h (manutenção)
Subsolo (7:12 h/turno)
1º turno: 5:00h - 12:12h (operação)
2º turno: 11:00h - 18:12h (operação)
3º turno: 17:00h – 00:12 h (operação)
4º turno: 23:00h - 6:12h (manutenção)

O índice comumente usado na mineração de carvão dos países tradicionalmente produtores é “toneladas de carvão bruto por homem/dia”. Os valores da produtividade da mão de obra que serão alcançados em cada etapa da lavra serão os seguintes:

Produção de carvão bruto: 2.400 t ROM/dia;
Mão de obra total: 150 homens
Frente de produção: 58 homens;
Apoio e manutenção: 79 homens;
Total do subsolo: 132 homens;
Total da superfície: 12 homens;
Produtividade da mão de obra:
Frente de serviço: 41,37 t ROM/homem-dia;
Subsolo: 18,18 t ROM/homem-dia;
Mina: 16,00 t ROM/homem-dia



3.3.9. Aspectos geológicos da jazida

O levantamento abrange a área do Projeto da Mina Rio Pio elaborado para o aproveitamento da jazida da camada de carvão Barro Branco através de lavra subterrânea e está inserida no processo DNPM 1492/36 da Carbonífera Metropolitana S.A. e no processo DNPM no 14.926/36 da Minageo LTDA.

Na figura a seguir é possível identificar a área do levantamento geológico.

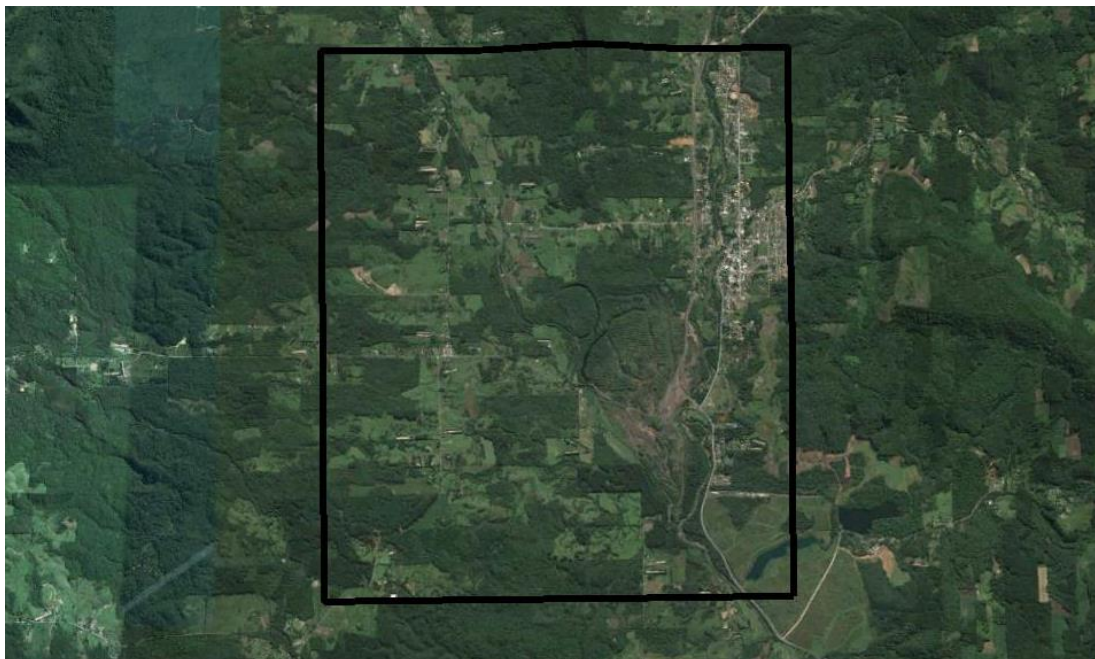


Figura 4: Área abrangida pelo levantamento geológico.

O levantamento geológico foi realizado entre as localidades de Rio Pio e São Vitor, numa área de 17,25 Km², circunscrita às coordenadas UTM SIRGAS 2000:

Tabela 4: Vertices dos estudos geológicos locais.

Ponto	X	Y
01	647.654	6.846.529
02	651.395	6.846.529
03	651.395	6.841.919
04	647.654	6.841.919

A geologia local é representada por uma sequência de rochas sedimentares das unidades litoestratigráficas que constituem o Grupo Guatá, a base do Grupo Passa Dois e a Formação Serra Geral situada no topo do perfil litológico. Adota-se a litoestratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná conforme a proposta por Milani e col. (Boletim de Geociências da Petrobras, 2007, v.15, n.2, pg.286) como mostrado na Figura 5.

A coluna sedimentar local é constituída por litologias do Membro Siderópolis da Formação Rio Bonito, sobre as quais se sobrepõem em sequência as litologias das formações Palermo, Irati e Serra Geral.



Mãe Luzia. Nessas áreas o aproveitamento do carvão da camada Barro Branco foi realizado a céu aberto em blocos soerguidos e delimitados por falhas. Na maior parte da área, a Formação Rio Bonito encontra-se encoberta por litologias das Formações Palermo e Irati.

O pacote de estratos dessa formação apresenta um espessamento na direção W-NW que é observado quando se compara a espessura do intervalo compreendido entre a base da Formação Palermo e o topo da camada de carvão Barro Branco, possivelmente indicando sedimentação controlada pela paleotopografia do embasamento.

As litologias da Formação Palermo ocorrem na região centro-norte da área apresentando espessuras que variam de 4 a 114 metros, constituindo-se na unidade litoestratigráfica de maior ocorrência do perfil geológico local. As litologias da Formação Irati ocorrem na região W-NW da área com espessuras variando de 11 até 48 metros, observando-se espessamento das litologias que a compõem na direção oeste.

A Formação Serra Geral ocorre na forma de intrusões concordantes e descontínuas na região oeste e norte da área, principalmente, junto à zona de contato geológico com a Formação Irati. Nos afloramentos a espessura varia de 2 a 3 metros encontrando-se erodida nas áreas adjacentes.

O perfil geológico mostrado na Figura 6, representa as litologias predominante sem cada domínio geológico com as suas variações de espessuras de acordo com as observações feitas nos afloramentos e nos testemunhos de sondagem.

Na área do Projeto Mina Rio Pio, as litologias da Formação Rio Bonito ocorrem em bloco elevado por falhas, assim como as áreas mineradas a céu aberto situadas na porção centro-leste da área.

O modelo geológico foi elaborado com base nas informações dos furos de sondagem e no trabalho de geologia realizado em campo. Na Tabela 5 são descritos os afloramentos visitados no trabalho de campo.

ESPESSURA (m)	Formação	
1 a 9		Cobertura inconsolidada formada por sedimentos de granulometria heterogenia.
11 a 48	Irati	Folhelho preto e leitos de carbonato
4 a 114	Palermo	Sequência superior (35 a 72m), siltito cinza escuro a cinza claro com lentes de arenito fino cinza claro
		Sequência média (3 a 5m), Siltito cinza esverdeado carbonático.
114 a 193	Rio Bonito	Sequência inferior (16 a 37m), Siltito cinza escuro com lentes de arenito fino cinza claro.
		Arenito Barro Branco Superior (9 a 24m).

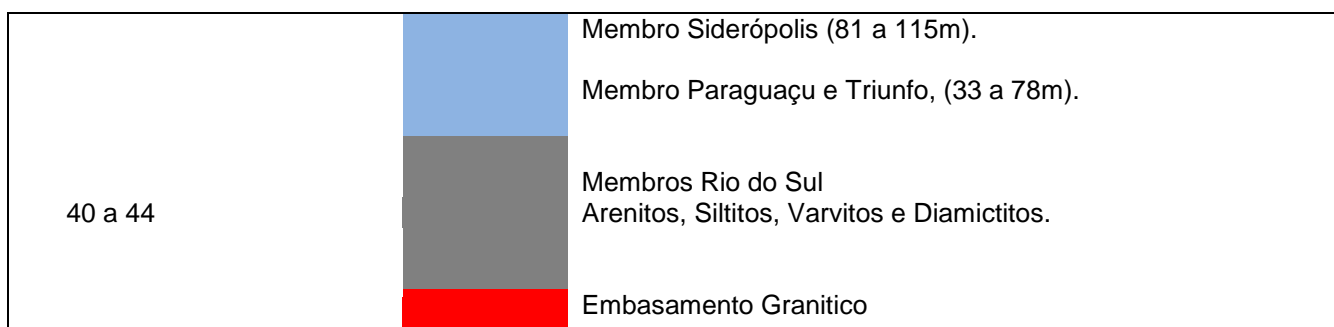


Figura 6: Perfil estratigráfico da área do projeto.
Fonte: Geológica.

Tabela 5: Afloramentos Descritos.

Afloramento	UTME	UTMN	Litoestratigrafia	Descrição
Pto 01	650856	6.841.931	Fm Rio Bonito	Arenito fino, cinza claro, fraturado. Arenito Barro Branco Superior
Pto 02	650.564	6.842.169	Fm Palermo	Argila marrom amarelada, perfil de solo residual
Pto 03	650.194	6.842.073	Fm Palermo	Siltito arenoso cinza alterado com manchas amarelas e rosadas
Pto 04	650.433	6.842.805	Fm Rio Bonito	Arenito fino, cinza claro, silicificado, fraturado. Arenito Barro Branco Inferior
Pto 05	649.619	6.843.815	Fm Rio Bonito	Arenito fino, cinza claro, silicificado, fraturado. Arenito Barro Branco Inferior
Pto 06	649.697	6.843.311	Fm Serra Geral	Seixos e blocos de diabásio com matriz siltico argilosa
Pto 07	648.877	6.843.996	Fm Serra Geral / Fm Irati	Contato blocos rolados de diabásio e folhelho cinza
Pto 08	648.633	6.844.506	Fm Serra Geral / Fm Irati	Contato blocos rolados de diabásio e folhelho cinza
Pto 09	648.654	6.844.830	Fm Irati	Lente de calcário fraturado intercalada em folhelho preto
Pto 10	648.660	6.844.367	Fm Irati	Folhelho cinza
Pto 11	648.432	6.843.987	Fm Serra Geral	Sill de diabásio com seixos e blocos
Pto 12	647.641	6.844.033	Fm Serra Geral	Sill de diabásio com seixos e blocos
Pto 13	648.571	6.842.991	Fm Serra Geral	Dique de diabásio
Pto 14	648.078	6.842.542	Fm Irati	Folhelho cinza
Pto 15	648.544	6.843.432	Fm Serra Geral	Seixos e blocos de diabásio com matriz siltico argilosa
Pto 16	650.898	6.841.533	Fm Rio Bonito	Forro camada de carvão Barro Branco
Pto 17	650.341	6.842.660	Planície Aluvial	Argila marrom
Pto 18	650.093	6.843.466	Fm Rio Bonito	Mina a céu aberto da camada Barro Branco abandonada
Pto 19	649.909	6.843.285	Fm Rio Bonito	Arenito fino, cinza, silicificado, fraturado em zona de falha. Atitude N10°W;12°NE
Pto 20	649.677	6.843.527	Planície Aluvial	Seixos rolados em matrix areno-argilosa
Pto 21	649.670	6.843.720	Planície Aluvial	Seixos rolados em matrix areno-argilosa
Pto 22	648.535	6.843.619	Fm Serra Geral	Seixos e blocos de diabásio com matriz siltico argilosa
Pto 23	648.326	6.843.406	Fm Serra Geral / Fm Irati	Contato blocos rolados de diabásio e folhelho cinza
Pto 24	647.746	6.841.118	Fm Irati	Folhelho cinza escuro
Pto 25	647.411	6.841.593	Fm Irati	Folhelho preto com intrusão de sill de diabásio

Fonte: Geológica.



No esboço da Figura 7, podemos observar a sequência dos estratos e as relações de contato das unidades litoestratigráficas do perfil geológico local.

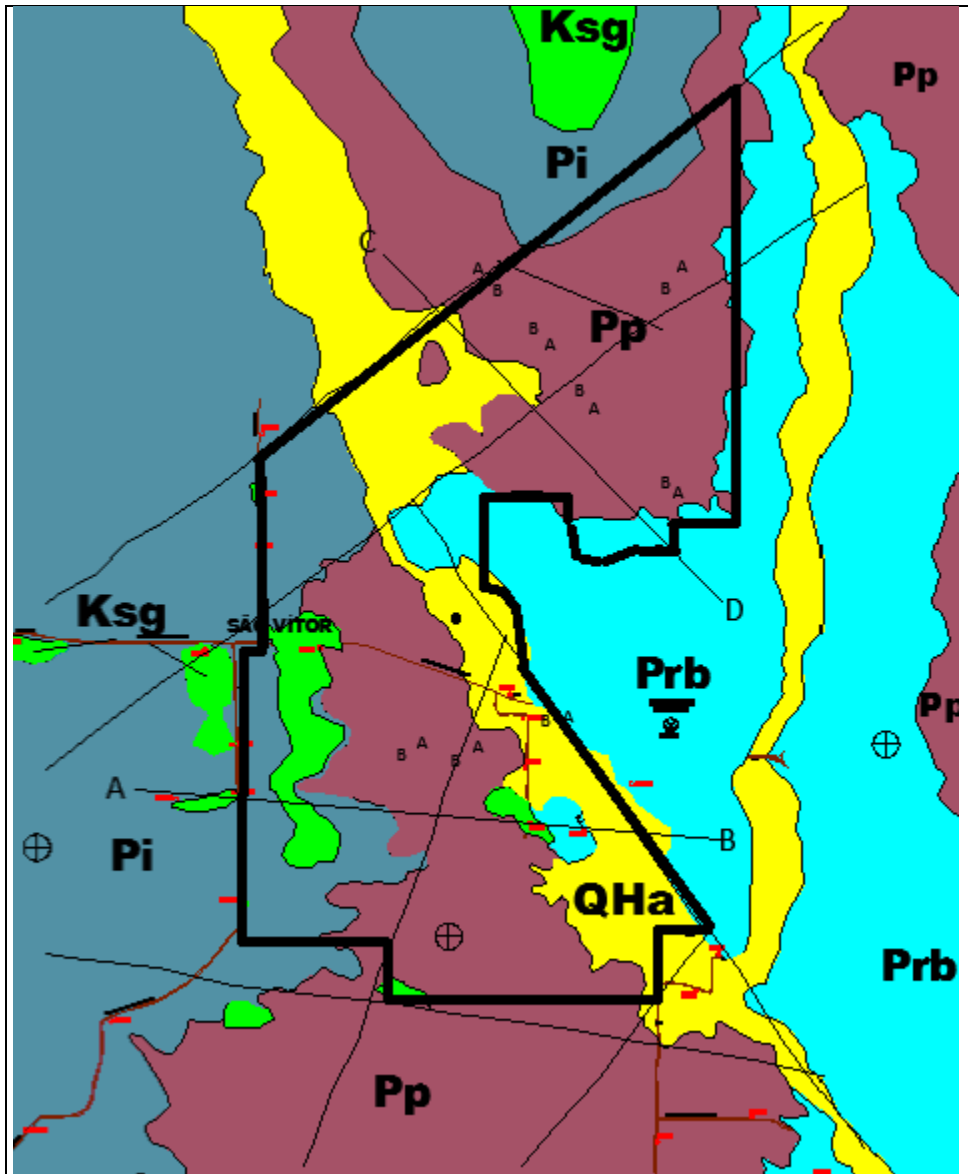


Figura 7: Esboço geológico com o perímetro da Mina Rio Pio.
Fonte: Geológica.

Depósito de Planície Aluvial(QHa)	
Formação Serra Geral (Ksg)	
Formação Irati (Pi)	
Formação Palermo (Pp)	
Formação Rio Bonito (Prb)	



3.3.9.1. Formação Rio Bonito

A sequência litoestratigráfica da Formação Rio bonito pertence ao seu intervalo superior Membro Siderópolis. Na estratigrafia definida nos trabalhos da CPRM para bacia carbonífera catarinense, esse pacote de arenitos é dividido em intervalo superior e intervalo inferior, tomando a camada de carvão Barro Branco como referência para a descrição dos estratos. Nos furos de sondagem a espessura do Membro Siderópolis varia de 81 a 115 metros e as espessuras dos Membros Paraguaçu e Triunfo de 33 a 78 metros, respectivamente, de modo que a espessura total da Formação Rio Bonito na área estudada varia de 114 m a 193m.

3.3.10. Relação de equipamentos de lavra

A maior parte os equipamentos de uso previsto na lavra já estão disponíveis para utilização na mina, sendo estes de propriedade da Minageo LTDA e da Carbonífera Metropolitana S.A. abaixo a listagem dos equipamentos de subsolo a serem utilizados:

- Três correias principais para o ROM;
- Oito correias transportadoras;
- Um minerador contínuo;
- Dois transportadores de carvão do tipo “*shuttle car*”;
- Três carros transportadores;
- Três carregadeiras LHD;
- Dois Jeep de transporte de materiais;
- Uma Bobcat para limpeza e transporte de materiais;
- Um Jeep ambulância;
- Um veículo de transporte de emergência;
- Dois alimentadores quebradores, (feeder breaker);
- Três perfuratrizes de teto;
- Três perfuratrizes de frente;
- Um exaustor principal;
- Um centro de força;
- Quatro ventiladores de painel (Booster);
- Dezoito ventiladores de frente;
- Seis bombas de frente;
- Dez bombas de drenagem;
- Duas oficinas de subsolo;
- Uma oficina de superfície e
- Um prédio administrativo.

3.3.11. Características da Lavra (PROJETO)

Tendo então a determinação da área lavrável e a determinação dos aspectos da jazida, considerando também os aspectos e alternativas locais a serem mais bem descritos posteriormente, foi então definido o ponto de acesso principal localizado



dentro de um terreno de propriedade da Minageo LTDA, tendo como coordenadas UTM 650.210 E/ 6.844.350 N com acesso de 300 metros a ser construído a partir da SC 447.

Neste terreno serão abertas três galerias de acesso ao subsolo, sendo que uma servirá de saída do fluxo de ar do sistema principal de ventilação forçada (ventilação aspirante). Outra galeria será usada como via de transporte de cargas e trânsito de pessoal e auxiliar na ventilação (entrada de ar). A terceira galeria será empregada a extração do carvão do subsolo, pelo sistema de correias transportadoras e servirá como elemento de segurança e também auxiliar na ventilação (entrada de ar).

O pátio operacional da mina será isolado por uma cerca de arame farpado com moirões de concreto com altura de 2,00 metros. Junto à cerca será implantada uma “cortina verde” que proporcionará ao entorno do local um aspecto paisagístico adequado, além a absorver uma parte da pressão sonora emitida pelo empreendimento.

3.3.12. Poço de ventilação

Será construído um poço de ventilação, sob as coordenadas 649.472 E/ 6.843.831 N, com profundidade de 72 metros e um diâmetro de 3,5 metros, (9,69 m²), que servirá além da entrada de ar puro, para saída de emergência, sendo equipado com escada e guincho.

Este será escavado, utilizando o sistema *raise boring*, ou seja, de forma ascendente, conforme a Figura 8.

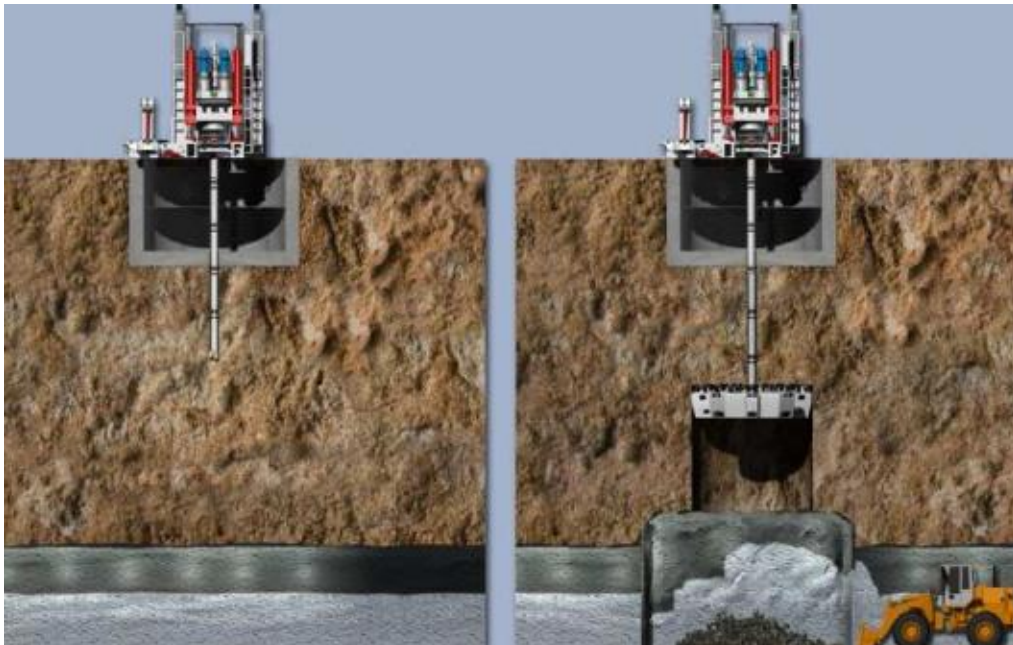


Figura 8: Método *Rising boring*, de abertura de poços de ventilação.



3.3.13. Esquema Geral da Mina

A lavra no subsolo na Mina Rio Pio será feita pelo sistema de câmaras e pilares. As suas definições foram feitas com galerias paralelas, com largura adotada de 6,0 m para permitir o tráfego dos equipamentos, com alturas variáveis de acordo com a potência da camada em cada setor. As galerias serão interligadas por travessões com a mesma largura, perpendiculares aos seus eixos longitudinais.

Na mineração em subsolo, uma vez atingido o nível da lapa da camada do carvão, inicia-se a abertura dos eixos principais e eixos secundários, normalmente constituídos por sete galerias paralelas.

Os eixos permitem o acesso e fazem a divisão dos blocos da jazida a serem minerados por painéis. Em condições normais de desenvolvimento cada painel terá nove galerias paralelas com pilares quadrados variando de oito à 19 metros de lado, com larguras variando de 118 até 256 metros, e com comprimento limitado pelas dimensões do bloco de lavra, variando de 157m a 451 m de comprimento.

Os eixos principais da mina serão compostos de sete galerias, que serão utilizadas para o transporte de ROM, acesso do pessoal ao subsolo, transporte de materiais e entrada do ar limpo. Duas dessas galerias serão usadas para a entrada de ar puro e três para o retorno da ventilação. Os eixos principais da mina deverão transpor dois sistemas de falhas principais que exigirão obras especiais de transposição.

No Eixo NW-I será construído um plano inclinado interno e três poços, sendo um deles dotado de escadas de acesso e dispositivos de içamento, localizados sob as coordenadas UTM 649.787E/6.844.994N, 649.761E/6.844.975N e 649.749E/6.844.965N.



Figura 9: Layout operacional dos eixos principais, secundários e painéis produtivos.

No Eixo E-I será construído um plano inclinado interno e dois poços, um deles dotado de escadas de acesso e dispositivo de içamento e o outro será utilizado como silo de carvão ROM. Estes poços estarão localizados nas coordenadas UTM 649.298E/6.843.287N e 649.276E/6.843.237N.

O dimensionamento dos pilares da mina varia em função da altura da camada e da cobertura existente no local, com isso a largura dos painéis de lavra são diferentes para diferentes porções da mina. Todos os painéis de lavra são individualizados e separados por pilares barreiras conforme apresentado na figura anterior.

3.3.14. Dimensionamento dos Pilares da Mina

O dimensionamento dos pilares levou em consideração o estabelecido no boletim técnico do CIENTEC “Metodologia para Dimensionamento de Pilares em Minas de Carvão do Sul do Brasil”.

Os pilares foram dimensionados para faixas de isocobertura com variação de trinta metros. No dimensionamento dos pilares foi considerado como resistência “in situ” da camada Barro Branco o valor de 7,20 MPa e os pilares como sendo quadrados. Este valor de resistência dos pilares será monitorado ao longo da vida útil da mina, de modo que o dimensionamento dos pilares poderá variar de acordo com os resultados obtidos. Estes ensaios serão realizados a princípio a cada 500 metros de avançamento, ou a qualquer momento em que o departamento técnico identificar esta necessidade, conforme estabelecido no Plano Técnico de Mina.



A Figura 10 mostra a área tributária de carregamento de cada pilar da mina e a espessura da cobertura, parâmetros estes, utilizados no dimensionamento dos pilares.

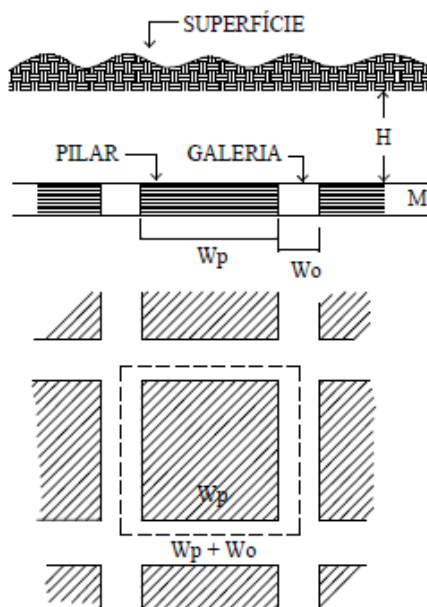


Figura 10: Representação da área tributária de carregamento de cada pilar e espessura da cobertura.

3.3.15. Desmonte da Camada de Carvão

3.3.15.1. Desmonte por Minerador Contínuo

Para o dimensionamento da produção da Mina Rio Pio com uso de minerador contínuo foram previstos cortes com profundidade média de 5 metros gerando uma produção de 123,5 t/corte, com uma média de 20 cortes por dia para atendimento da produção requerida de 2.400 t/ROM ou 800 t/ROM por turno. Para a produção de 50.400 tROM/mês nesta mina será necessária a execução de 408 cortes mensais, em média.

3.3.15.2. Desmonte por Explosivos

O objetivo desta operação é realizar em cada frente de trabalho, furos com diâmetro de 63,5 mm (2") com profundidade de 2,60m para o alojamento das cargas de explosivo que promoverão o desmonte da camada de carvão. Está prevista a produção 24,82 m³ ou 51,88 t ROM/ rafa, com avançamento médio de 2,10 m. A quantidade perfurada por rafa será de 36,4 m, sendo esperada uma produção diária 248,2 m³ de material proveniente do desenvolvimento, totalizando 7.644 metros lineares furados por mês.



3.3.16. Carregamento e transporte

O carvão desmontado nas frentes de serviço, pelo minerador contínuo será carregado em carros transportadores rebaixados, transportado e descarregado no alimentador quebrador que abastece a correia transportadora instalada no eixo do painel. O equipamento a ser utilizado é o modelo 10SC22-56B Shuttle Car, fabricado pela Joy Manufacturing Co., USA. Este é alimentado pela rede elétrica.

O carvão desmontado nas frentes de desenvolvimento da mina será recolhido e transportado por carregadeiras LHD até o alimentador quebrador que abastecerá a correia rebaixada a ser instalada nas proximidades da frente de desenvolvimento.

O material rochoso proveniente da transposição de falhas e diques será estocado em subsolo e removido fora dos turnos de produção da mina, de forma a não interferir na produção.

3.3.17. Escoramento de Teto

O escoramento de teto na Mina Rio Pio terá início com a perfuração do teto para a fixação dos tirantes metálicos. Esta operação será realizada por uma perfuratriz, rotopercussiva hidráulica montada sobre pneus. O equipamento a ser utilizado é fabricado pela Atlas Copco do Brasil modelo Boomer H200,. A perfuratriz pesa 8.000 kg e desloca-se a uma velocidade de 2 km/h.

3.3.18. Monitoramento de Teto

A segurança do teto é realizada para evitar a queda de blocos de rochas do teto da galeria, na medida em que os trabalhos vão se desenvolvendo sendo realizada ao fim de cada ciclo de limpeza, não sendo permitida a presença de trabalhadores em áreas não escoradas. O comprimento deste avançamento máximo sem escoramento será determinado em função do avançamento médio de um corte realizado pelo minerador contínuo, que varia de 5,0 metros a 6,0 metros, de acordo com as condições do teto em cada frente.

A operação de escoramento de teto constitui-se na etapa mais delicada e demorada do ciclo produtivo, e com frequência, a mais cara. Os tetos da camada de carvão Barro Branco são constituídos por arenitos finos a grossos, podendo ocorrer siltitos maciços arenosos ou laminados com leitos de arenito, com presença de alevante composto por silito cinza escuro podendo apresentar localmente perfis de escorregamento gerados por compactação diferencial “slickensides”.

O sistema de escoramento principal previsto para a Mina Rio Pio é de atirantamento por parafusos de aço com ancoragem química de resina e aplicação de torque de forma a solidarizar os blocos de rocha, formando um pacote estável.



3.3.19. Drenagem da Mina

Na implantação de minas de subsolo existe uma certa imprecisão atrelada aos volumes a serem drenados a superfície pois estas drenagens de subsolo poderão ocorrer por proximidades a locais com rochas saturadas ou por infiltração associada a falhamentos e/ ou fraturas. Sendo assim quando possível serão realizadas medidas de impermeabilização destas entradas de água sendo então utilizados métodos de injeção de polímeros expansivos, facilitando a redução e/ ou cessamento destas drenagens.

Para aquelas águas não eliminadas a partir das ações anteriores, parte será reutilizada em subsolo para refrigeração das máquinas e combate a poeira, sendo apenas o excedente drenado para a superfície o qual será tratado e disposto no rio Pio.

A partir destes dados foi estimado o volume em torno dos 100 m³/h.

3.3.20. Unidades de Beneficiamento do ROM, Deposição dos Rejeitos e Tratamento dos Efluentes (Drenagens Ácidas)

Conforme descrito anteriormente e no plano técnico de mineração, o beneficiamento do Carvão ROM produzido na Mina do Rio Pio será realizado nas usinas de beneficiamento da Carbonífera Metropolitana, instalados no complexo mineiro Esperança/Fontanella.

Nesta etapa será produzido basicamente o carvão CE 4500, tendo como subprodutos/ rejeitos de processo os rejeitos sólidos e os efluentes líquidos. O produto CE 4500 será encaminhado para a caixa de embarque Ferroviário da Carbonífera Metropolitana em Siderópolis - SC, de onde segue por via férrea até a usina termelétrica Jorge Lacerda em Capivari de Baixo – SC.

Os rejeitos do beneficiamento serão transportados para o depósito de rejeitos em implantação pela Carbonífera Metropolitana em processo específico de licenciamento.

A planta de beneficiamento do complexo Esperança/Fontanella pode ser resumida considerando os seguintes sistemas integrados:

- 1 – Circuito de britagem;
- 2 – Beneficiamento de minério em Jigue;
- 3 – Beneficiamento de minério fino em hidrociclones;
- 4 – Flotação (Efluentes);
- 5 – Espirais concentradoras;
- 6 – Sistemas auxiliares.

3.3.21. Investimentos

Na sequência serão expostos os dados referentes aos custos e investimentos relativos à implantação e operação da Mina Rio Pio, baseados numa mina de carvão similar, com embocadura em cava a céu aberto, na mesma região.



Tabela 6: Custos médios de extração em mina de encosta.

Custo unitário da lavra	Custo(R\$)	Produção (t)	Custo (R\$/t)
Mão de obra com encargos	627.788,93		12,46
Materiais	587.000,00		11,65
Explosivos e acessórios	52.500,00		1,04
Manutenção máquinas e equipamentos	93.400,00		1,85
Óleos e lubrificantes	15.750,00		0,31
Ferramentas e acessórios	18.400,00		0,37
Escoramento de teto	125.700,00		2,49
Energia elétrica	252.250,00		5
Equipamentos de subsolo	27.000,00		0,54
Tratamento de efluentes	55.600,00		1,1
Custo unitário	1.855.388,93	50.400	36,81

Na Tabela 6 acima, observamos que o custo total para operação da Mina é de R\$ 1.855.388,93 para extração de 50.400 toneladas, perfazendo um custo de 36,81 reais por tonelada.

Todo o carvão produzido na mina será transportado até a usina de Beneficiamento Esperança, implantada no complexo mineiro Esperança/ Fontanela da empresa Carbonífera Metropolitana. Na Tabela 7, observamos os custos do carvão ROM posto na usina de beneficiamento.

Tabela 7: Custo aproximado do carvão posto na usina de beneficiamento.

Custo unitário	Custo(R\$)	Produção (t)	Custo (R\$/t)
Custo mensal de produção do ROM	1.855.389,00		36,81
Frete do ROM até usina de beneficiamento	126.000,00		2,50
Produção prevista		50.400,00	
Custo Unitário			39,31

Na tabela a seguir, são expostos os custos para operação com a inclusão do beneficiamento, transporte e deposição dos rejeitos.

Tabela 8: Custo das operações com a inclusão dos rejeitos.

Custo unitário	Custo(R\$)	Produção (t)	Custo (R\$/t)
Carvão ROM no pátio da usina de beneficiamento	39,31	50.400,00	1.855.389,00
Beneficiamento do carvão ROM	8,35	50.400,00	420.840,00
Transporte e deposição do rejeito	3,20	30.240,00	96.768,00
Despesas ambientais na deposição dos rejeitos	0,70	30.240,00	21.168,00
Total			2.394.165,00



Na Tabela 9, mostra o calculo do custo unitário de produção do carvão energético CE 4500.

Tabela 9: Custo do carvão energético CE 4500.

Custo unitário	Custo(R\$)	Produção (t)	Custo (R\$/t)
Custo mensal do carvão beneficiado	2.394.165,00		
Produção prevista CE 4500 e CM		20.160,00	
Custo médio unitário			118,76

3.3.21.1. Ponto de Equilíbrio

É a quantidade que iguala a receita total com a soma dos custos e despesas acrescidas de uma remuneração mínima (custo de oportunidade) sobre o capital investido pela empresa. O ponto de Equilíbrio ocorre com o faturamento bruto de R\$ 3.596.981,13.

3.3.21.2. Pay Back do Projeto

A previsão de *pay back* descontado é de seis meses, ou seja, a partir do sétimo mês de operação os resultados financeiros passam a ser positivos.

3.3.21.3. Lucratividade

É a relação do valor do lucro com o montante de vendas, ou seja, divide-se o valor do lucro líquido pelo faturamento bruto (lucro líquido/vendas).O lucro líquido chegara a 13,84% da receita máxima esperada.

3.3.21.4. Taxa de Retorno

A taxa de retorno significa o índice de recuperação do investimento sem o ônus relativo ao pagamento da jazida. É a taxa de juros que anula o valor atual da jazida no fluxo de caixa descontado. No caso, encontrou-se uma taxa de 19,85%.

3.3.21.5. Valor Presente do Lucro Líquido

O valor presente do lucro líquido no período de vida útilserá de R\$ 34.524.306,00.

3.3.21.6. CFEM Recolhido na Vida Útil

A previsão de CFEM a ser recolhida no período da vida útil do empreendimento pode ser observada na Tabela 10.

Tabela 10: CFEM a ser recolhida no período de vida útil da Mina Rio Pío.

Recolhimento de CFEM	Custo (R\$/t)	Reserva (t)	CFEM (R\$)
CFEM	4,43		
Reserva minerável		3.063.088	
CFEM até a exaustão			13.569.477,70



3.3.21.7. Considerações sobre as análises dos investimentos

O empreendimento possui indicadores positivos elevados, conforme demonstrado nos itens acima, os indicativos econômico-financeiros nos níveis demonstrados são positivos. Acrescente-se a isto os indicativos obtidos no fluxo de caixa descontado, onde se encontra uma taxa de retorno de 19,85 %, sendo desta forma recomendado o aproveitamento do minério.



4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1. DEFINIÇÕES DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Esta abordagem envolveu reuniões em conjunto entre a equipe ambiental e profissionais do projeto mineiro para análise dos resultados obtidos nos levantamentos de campo e informações contidas na fase de mapeamento.

De forma geral, para definição do local de instalação do empreendimento levaram-se em consideração as proximidades em relação à posição geográfica da jazida e a infraestrutura de logística de abastecimento e escoamento da produção bem como aspectos estruturais apresentados pelos estudos topográficos, hidrogeológicos e ambientais. E, evidentemente, também, respeitaram-se os aspectos legais relacionados aos direitos minerários dos concessionários.

Os fatores considerados para definição dos locais de implantação do empreendimento foram:

- Proximidade e condições de acesso a camada de carvão barro branco;
- Disponibilidade de terrenos para compra;
- Proximidade de áreas de preservação permanente;
- Proximidade de áreas degradadas circunvizinhas;
- Proximidade da malha viária e ferroviária;
- Aspectos sociais e econômicos;
- Custos de abertura e operação da mina,
- Disposição dos resíduos e descarte dos efluentes tratados.
- Cotas mínimas e máximas em relação a topografia e a hidrogeologia;

4.2. ÁREAS DE INFLUÊNCIA

A área de influência é aquela que de alguma forma exerce ou sofre influência do empreendimento, seja nos aspectos físicos, bióticos ou socioeconômicos; sendo este espaço suscetível a alterações provocadas pela implantação, pela operação, pela manutenção e pelo fechamento da mina.

Deve-se considerar que as delimitações das áreas de influência devem ser extrapoladas de forma cuidadosa, por que os impactos se diluem conforme o aumento da área. Por outro lado, também não podem restringi-la demasiadamente, pois certamente haveria um incremento incerto nos valores dos impactos ambientais. Os detalhes da localização geográfica das áreas de influência podem ser vistos no apêndice 1.

Área Diretamente Afetada – ADA – Área superficialmente usada para implantação e operação do empreendimento, inclui as suas estruturas de apoio, vias de acessos privativos, operações unitárias associadas à infraestrutura do projeto, ou seja, espaço de uso privativo do empreendimento. Para o empreendimento a ADA, será considerada a área de apoio, oficina, pátio e embocadura do plano, totalizando aproximadamente 1 ha.

A Área de Influência Direta – AID – É a área geográfica delimitada pelo perímetro projetado no plano de lavra, refere-se às áreas sujeitas aos impactos diretos da operação para extração do carvão, envolvendo aproximadamente 414,73 ha.



Área de Influência Indireta – All –Nessa área tem-se como objetivo analítico propiciar uma avaliação da inserção regional do empreendimento. Como divisor geográfico utilizou-se o limite da bacia hidrogeologia do aquífero livre. Esta definição se deu pela influência do rebaixamento dos aquíferos subterrâneos na fase de operação e pela entrada ou saída de água do sistema hídrico da mina que podem ocorrer durante a operação do empreendimento.

A figura 11 mostra os limites geográficos de cada área de influencia.

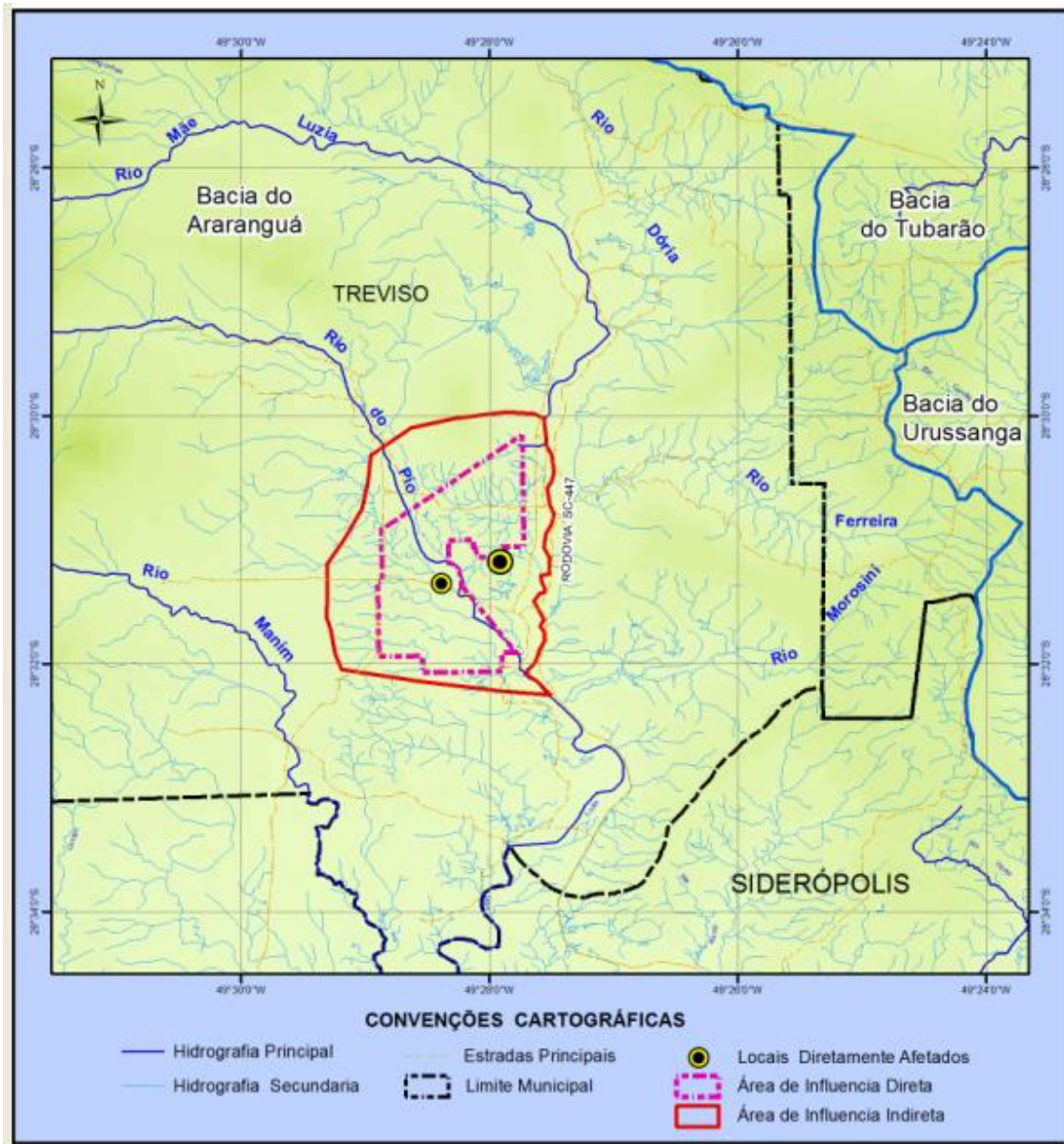


Figura 11: Área de influência indireta



4.3. LEGISLAÇÃO

Considerado como o marco da legislação ambiental brasileira a Política Nacional do Meio Ambiente instituída pela lei nº 6.938 de agosto de 1981 estabeleceu a necessidade de melhoria e recuperação do ambiente e da qualidade de vida envolvendo o estabelecimento dos conselhos e sistemas ambientais. Visando regulamentar as questões de licenciamento ambiental foi emitida a resolução CONSEMA 01/ 1986 a qual estabeleceu os empreendimentos necessários de serem licenciados dos quais envolveu também a mineração.

Toda atividade de mineração é passível de licenciamento ambiental conforme resolução CONAMA 237/97 onde estabelece, para minerações de subsolo a necessidade de elaboração de EIA/ RIMA por equipe multidisciplinar independente do empreendedor.

O estudo de impacto ambiental deve fornecer subsídios para que a análise seja ampla e abranja os impactos atrelados a implantação do empreendimento, envolvendo a análise dos aspectos e impactos vinculados aos meios físico, biológico e socioeconômico. Estes dados são compilados no estudo e devem ser apresentados a comunidade também no relatório de impacto ambiental o qual envolve os dados obtidos no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), porém apresentados de forma direta e em linguagem clara, objetiva e simples facilitando o entendimento dos resultados obtidos.

O órgão de licenciamento pode solicitar a apresentação dos trabalhos por meio de audiências públicas, conforme estabelece a resolução CONAMA 09/1987, que visa apresentar os trabalhos a comunidade e também ouvi-la de forma a aperfeiçoar os resultados vinculados ao empreendimento.

Especificamente a mineração as resoluções CONAMA 09 e 10/1990 que estabeleceram as normas e procedimentos para o licenciamento destas atividades.

Em relação à legislação do estado de Santa Catarina a lei nº 5793 de 1980 estabelece sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental a qual é regulamentada pelo decreto estadual nº 14250/1980 onde se estabelecem os parâmetros de controle e limites legais bem como a classificação dos recursos hídricos.

Também correlacionado aos recursos hídricos e a necessidade de manutenção e gestão ambiental existem outras legislações atreladas das quais destacam-se o código das águas (Decreto federal nº 24643/1934) e a política nacional dos recursos hídricos conforme a Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997 que cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de Março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de Dezembro de 1989. Também é importante citar a Lei 9.984, de 17 de Julho de 2000 que dispõe sobre a criação da Agencia Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, e de coordenação do Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos.

Outro importante dispositivo legal no âmbito federal a ser citado é a Lei 10.881, de 9 de Junho de 2004, que dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agencia Nacional de Águas e entidades delegatórias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União.



No âmbito Estadual cita-se o Decreto nº 1.488, de 7 de Abril de 1988 – Institui a Comissão Estadual de Microbacias Hidrográficas, a Lei nº 9.022 de 06 de maio de 1993 - Dispõe sobre o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a Lei nº 9.748 de 30 de novembro de 1994 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.

O Decreto nº 2.648 de 16 de Fevereiro de 1998 – Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos FEHIDRO. A Lei nº 6.739, de 16 de dezembro de 1985 - Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos CERH, além dos decretos 002 e 003 de 23 de Junho de 1997 que aprovam as Normas Gerais e, dentre outros, o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. A Lei Nº 10.644, de 07 de janeiro de 1998 - Dá nova redação ao art. 2º da Lei nº 6.739, de 16 de dezembro de 1985, alterado pela Lei nº 8.360, de 26 de setembro de 1991, e nº 10.007, de 18 de dezembro de 1995, que cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH. O Decreto nº 782, de 18 de Setembro de 2003 – Aprova o Regimento Interno do Comitê de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

Quanto ao Patrimônio Cultural têm-se o conceito adotado pela Constituição Federal de 1988 que envolve os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem entre outras:

As formas de expressão.

Os modos de criar, fazer e viver.

As criações científicas, artísticas e tecnológicas.

As obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artísticas, culturais.

Os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (art. 216).

Para efeito de proteção, está em vigor o parágrafo 2º do Artigo 1º, do Decreto Lei 25/37 no que se refere aos bens a serem protegidos. As legislações básicas para consulta, em qualquer projeto são:

A Lei nº 3924, de 26 de Julho de 1961, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.

Lei nº 6513, de 20 de dezembro de 1977, que dispõe sobre a criação de Áreas Especiais e de Locais de Interesse Turístico; sobre o Inventário com finalidades turísticas dos bens de valor cultural e natural, acrescenta início ao Artigo 2º da Lei nº 4132, de 10 de setembro de 1962, altera a redação e acrescenta dispositivos à Lei nº 4717, de 29 de Junho de 1965, e dá outras providências.

Abordando a questão de forma indireta, mas de grande importância é a Lei n.º 7.347, de 24 de Julho de 1985, que disciplina a Ação Cível Pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, atlético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências. Cabe ressaltar ainda a Sentença da Justiça Federal da Vara de Criciúma, em janeiro de 2000, que condenou todas as carboníferas, o Estado e a União a realizarem a recuperação ambiental das áreas degradadas pela atividade de extração e beneficiamento de carvão.



Outro marco ecológico para a região carbonífera foi a criação, por Decreto Presidencial em 14/12/2000, do Comitê Gestor de Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera que envolveu todas as entidades e empresas ligadas ao setor de extração de carvão e meio ambiente na busca de soluções para a degradação da região carbonífera, resultando numa mudança de atitude das empresas carboníferas através da implantação de SGA's.

Atualmente é mantido pelas empresas do setor em conjunto com o Ministério Público Federal e Estadual, FATMA e SATC/ CTCL, o grupo técnico de assessoramento o qual define e atualiza as metodologias para execução de ações e controles ambientais, critérios de recuperação ambiental e operação, bem como os de monitoramento e finalização ambiental.

4.4. MEIO FÍSICO

4.4.1. Aspectos Climáticos

Para os estudos climáticos foram utilizados os dados coletados junto a três estações de monitoramento da EPAGRI, uma em Urussanga (período de 1924 – 2009), uma outra em Araranguá (período de 1936 – 1980) e uma outra localizada em Laguna (de 1925 – 1986) e também empregou-se informações compiladas do CIRAM, INMET e ANA.

O clima do Estado de Santa Catarina é caracterizado por um excedente hídrico e é classificado como mesotérmico úmido. As chuvas incidentes apresentam as maiores variações entre os elementos climáticos, sendo comum à ocorrência de chuvas intensas trazendo transtornos tanto em áreas urbanas quanto na zona rural (BACK, 2002).

Também, sabe-se que o clima da região é influenciado pela ação de massas de ar intertropicais quentes e massas polares frias, sendo as massas polares responsáveis pelo caráter mesotérmico. Segundo a classificação climática de Köppen, a região se enquadra no clima do grupo C – Mesotérmico, pois as temperaturas médias do mês mais frio estão entre 3 e 18° C. Quando relacionamos a altitude o clima se distingue por subtipo de verão com temperaturas médias de 28° C nos meses mais quentes.

4.4.1.1. Temperatura

As variações da temperatura do ar também são muito importantes quando consideramos as interações climáticas locais, pois influenciam direta e indiretamente as ações e possíveis impactos atrelados ao empreendimento.

Os dados obtidos, referentes ao período de 1924 a 2009, estão contidos na Figura 12.

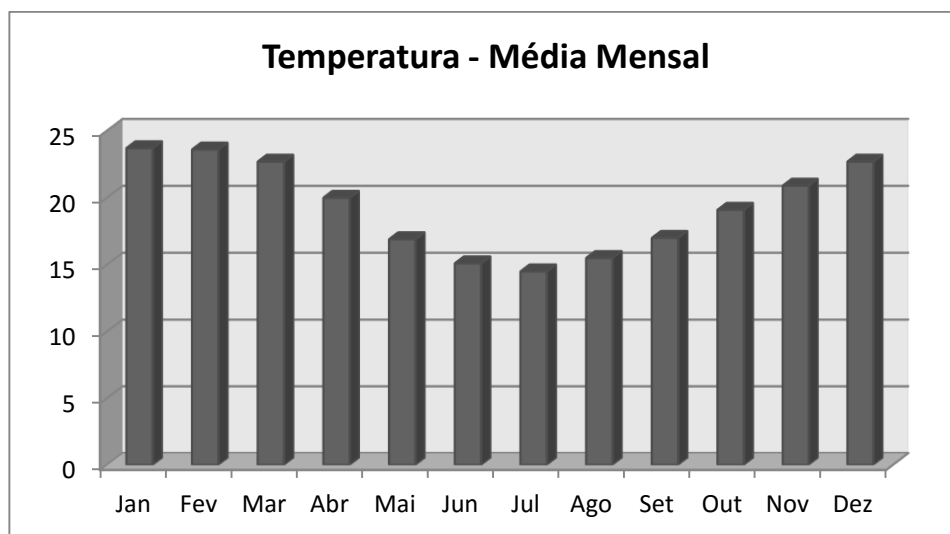


Figura 12: Temperatura média mensal.
Fonte: EPAGRI.

Com referência a temperatura, pode-se observar que as temperaturas médias mais elevadas (em torno de 24°C) foram registradas nos meses compreendidos entre dezembro e março e as mais baixas entre os meses de maio e agosto.

Ainda, conforme o Atlas Climatológico de Santa Catarina a média das temperaturas mínimas anuais está compreendida entre 8 a 10 graus Celsius.

Em relação às médias das temperaturas médias anuais podemos observar uma variação entre 12 e 14 graus Celsius, Figura 13.

As Médias das temperaturas máximas anuais estão compreendidas entre 18 a 20 graus Celsius.

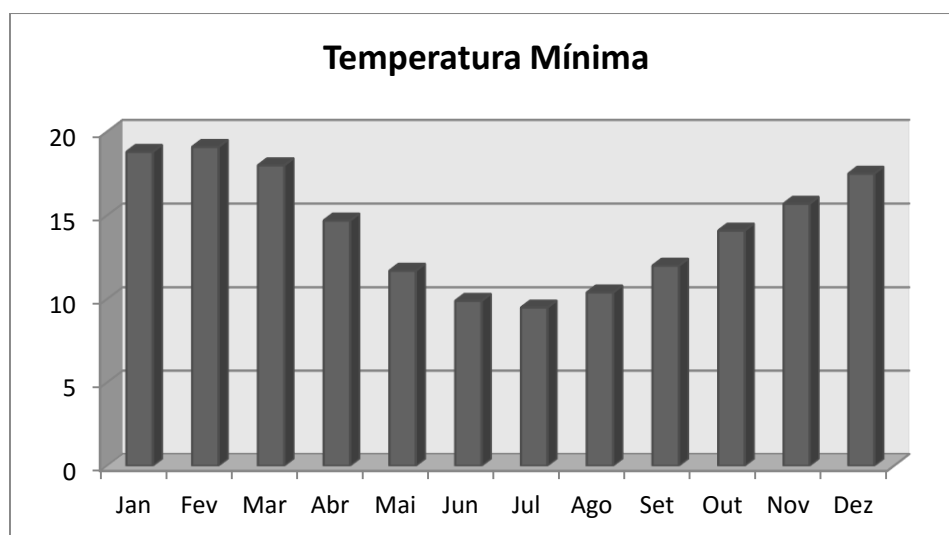


Figura 13: Média das temperaturas mínimas anuais.
Fonte: EPAGRI.

As temperaturas médias mínimas têm seu período mais frio durante os meses de junho a agosto, estando compreendidas entre 9,5 e 10°C.

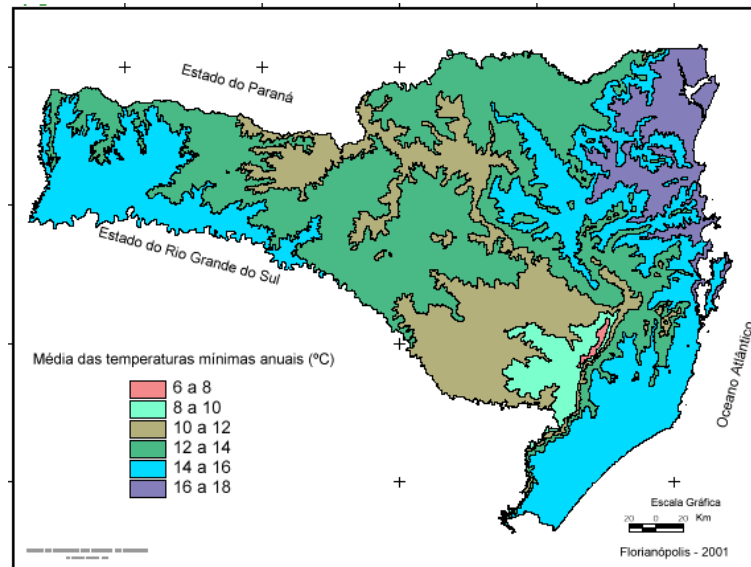


Figura 14: Média das temperaturas mínimas anuais.
Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina – EPAGRI.

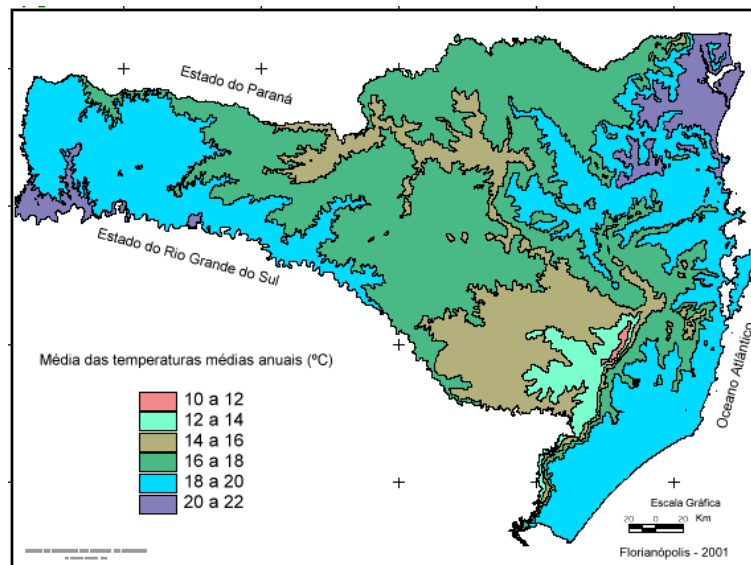


Figura 15: Médias das temperaturas médias anuais.
Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina – EPAGRI.

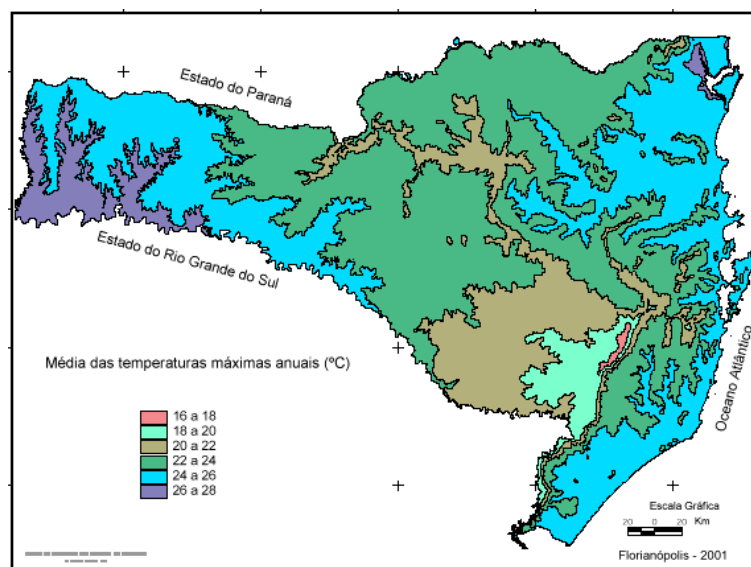


Figura 16: Médias das temperaturas máximas anuais.
Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina – EPAGRI.

4.4.1.2. Umidade Relativa do Ar

As características físicas da área e a proximidade do Oceano Atlântico fazem com que a umidade média anual seja alta, em torno de 82,7 % para período de novembro e mais úmido para o mês de junho. Na Figura 17, podemos visualizar a umidade relativa média.

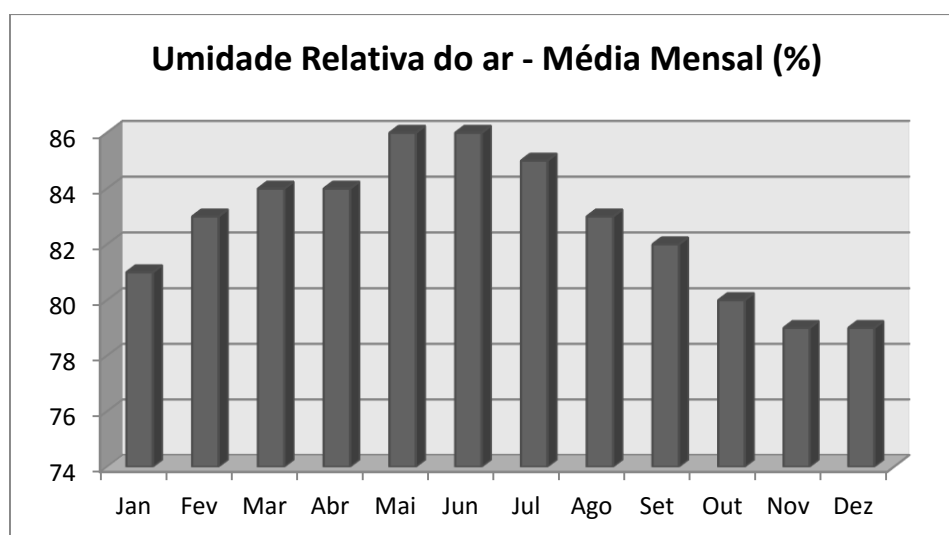


Figura 17: Umidade relativa média mensal.
Fonte: EPAGRI.

A umidade relativa do ar refere-se à disponibilidade de água na atmosfera que pode ser precipitada, possuindo grande importância nas ocorrências de chuvas e na formação de nevoeiros.



4.4.1.3. Intensidade e direções eólicas médias

Para classificarmos a intensidade eólica regional devemos considerar alguns parâmetros físicos como a topografia, a cobertura do solo, a proximidade com o oceano e entre outros.

Os dados disponíveis dos ventos na região envolvem as estações de monitoramento da EPAGRI utilizaram-se as estações de Urussanga, de Laguna (No farol de Santa Marta) e de Araranguá, todas estão no entorno da área em análise, conforme imagem a seguir.

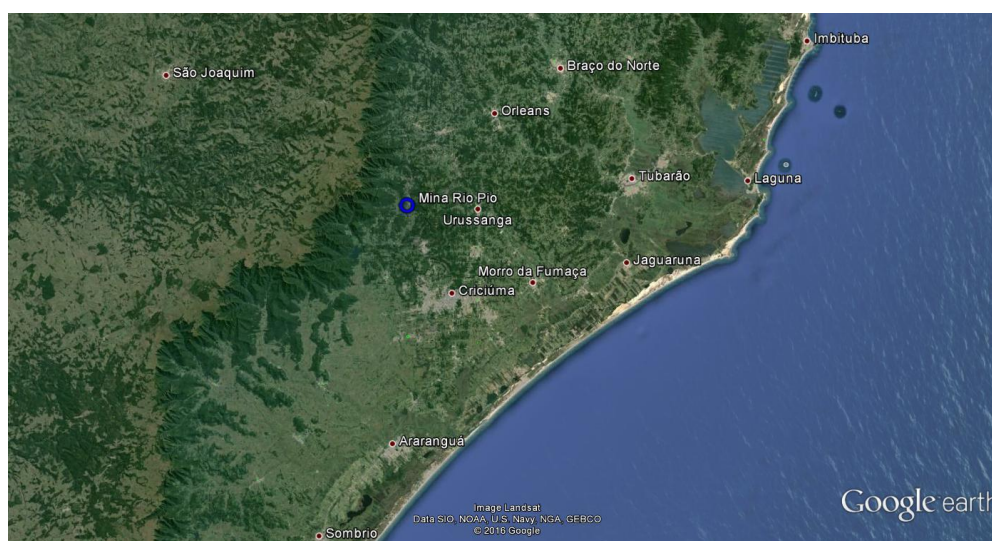


Figura 18: Estações de Monitoramento e predominância dos ventos.

A velocidade média anual do vento na região varia de 0,6 m/s, nos meses de maio e junho até 4,3 m/s nos meses de outubro e novembro.

Conforme Monteiro (2007), no sul catarinense os ventos apresentam um comportamento diferente entre pequenas distâncias considerando a predominância dos ventos em relação à região sul do estado. Em Laguna os ventos sopram em sua maioria do quadrante Nordeste (NE) e em Urussanga predominantemente de sudeste (SE), assim como em Araranguá e Orleans onde também há predominância dos ventos do quadrante sul, sendo o primeiro com variações entre o Sudeste (SE) e o Sudoeste (SW) e o segundo com predominância de Sul (S).

Tais resultados podem ser visualizados por meio da leitura da Tabela 11 a seguir.

Tabela 11: Direção predominante dos ventos no sul catarinense

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Araranguá	SE	SE	SE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SE	SW
Laguna	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Orleans	SE	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Urussanga	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE

Fonte: Banco de dados da EPAGRI/CIRAM. Adaptado de MONTEIRO (2007).

Com estes dados verifica-se que a probabilidade maior de condução dos ventos no local do empreendimento é para aqueles provenientes do quadrante Sul.

4.4.1.4. Pluviometria

A pluviometria do período para a região está de acordo com a Figura 19.

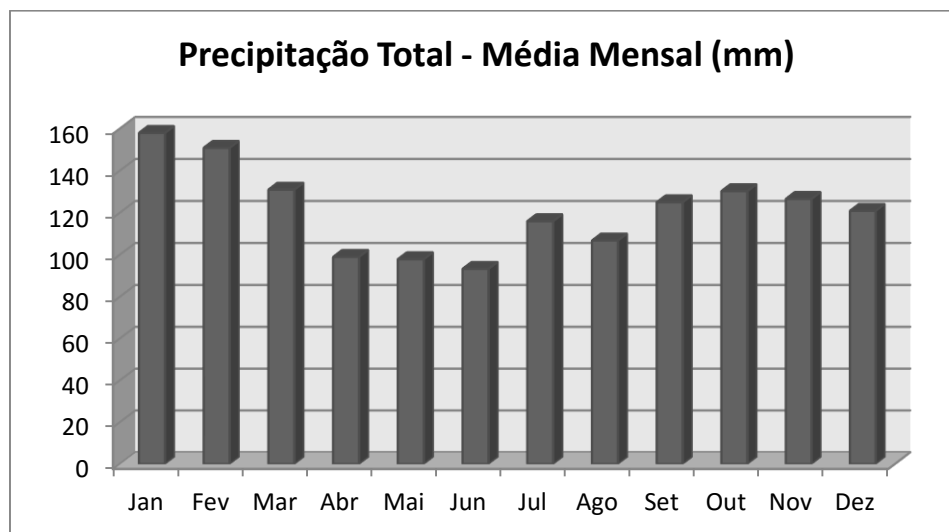


Figura 19: Precipitação total, média mensal.
Fonte: EPAGRI (1978 a 2003).

A precipitação total medida ao longo destes anos é de 1463 mm, sendo o mês de maior incidência o de janeiro e o de menor precipitação o de junho.

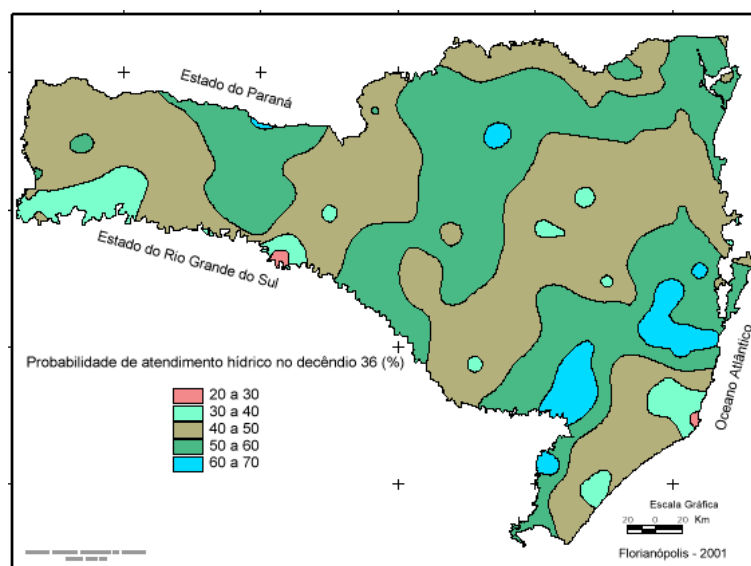


Figura 20: Probabilidade de atendimento hídrico anual.
Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina – EPAGRI.

4.4.1.5. Insolação média mensal

A insolação mensal é um importante parâmetro para que se possam entender as trocas entre a superfície e a atmosfera.

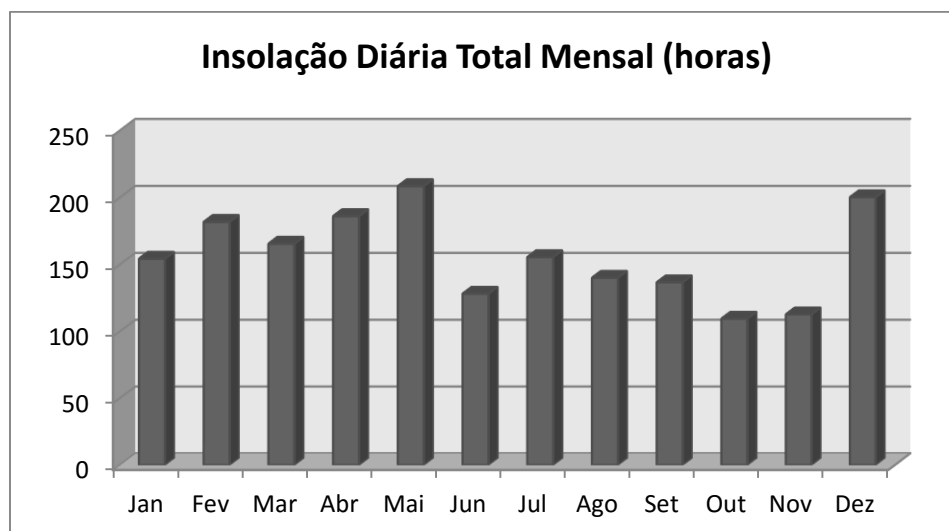


Figura 21: Insolação diária mensal.
Fonte: EPAGRI (1999 a 2003).

Desta forma pode-se observar que no mês de maio é o período com maior insolação na superfície e taxa de evapotranspiração e diminui apresenta um menor excedente hídrico.

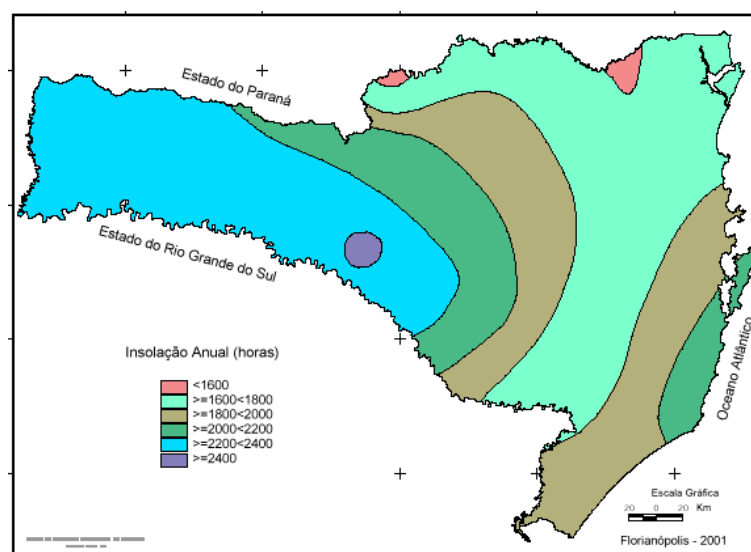


Figura 22: Insolação anual em horas.
Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina – EPAGRI.

4.4.1.6. Evapotranspiração potencial

A evapotranspiração refere-se à indicação das quantidades teóricas de águas necessárias para a cobertura vegetal, considerando-se a insolação média.

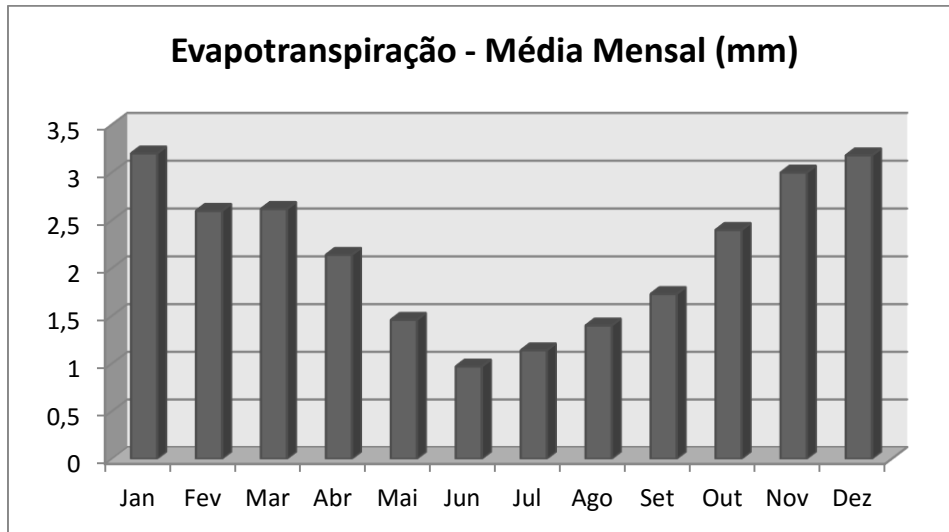


Figura 23: Evapotranspiração média mensal.
Fonte: EPAGRI.

No gráfico acima podemos observar que os meses de inverno são aqueles com menores índices de evapotranspiração e, em contrapartida os meses de verão ocorrem às maiores taxas, comprovando que no verão devido às altas temperaturas e incidência solar ocorre uma maior produção de matéria verde (cobertura vegetal).

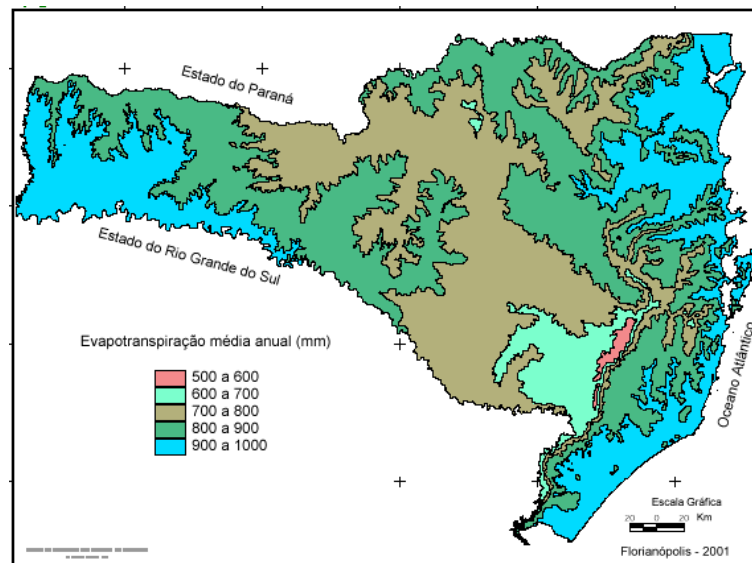


Figura 24: Evapotranspiração média anual.
Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina – EPAGRI.



4.4.2. Pedologia

4.4.2.1. Agentes formadores de solo

Solo é o ambiente natural em que crescem os vegetais e onde, vivem em Harmonia com inúmeras espécies de pequenos seres vivos, tais como fungos, bactérias, vírus, insetos, anelídeos, etc.

É a camada que recobre as rochas, sendo constituído de proporções e tipos variáveis de minerais formados por intemperismo da rocha subjacente, e de húmus (matéria orgânica decomposta por ação de organismos do solo).

Na paisagem, os solos diferenciam-se devido à ação dos seus fatores de formação, cuja atuação é de caráter interdependente. Os cinco fatores de formação são: Material de origem, clima, relevo, organismos e tempo. O tempo determina a maturidade do processo de formação do solo, dividindo os solos em jovens e maduros, dependendo da intensidade da atuação.

4.4.2.2. Perfil do solo

A ação do calor e da água sobre o material de origem provoca várias modificações. Nesse processo, denominado intemperismo, ocorre um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, que atuam sobre as rochas e minerais expostos na interface litosfera - atmosfera, desintegrando-os e decompondo-os quimicamente.

O perfil do solo é a seção vertical que, partindo da superfície, aprofunda-se até onde chega à ação do intemperismo, mostrando, na maioria das vezes, uma série de camadas dispostas horizontalmente (horizontes), paralelas à superfície do terreno, que possuem propriedades resultantes dos efeitos combinados dos processos de formação do solo.

A natureza e o número de horizontes variam de acordo com os diferentes tipos de solo. Os solos geralmente não possuem todos esses horizontes bem caracterizados, entretanto, pelo menos possuem parte deles.

4.4.2.3. Designação e características dos horizontes e camadas principais.

Reconhecem-se oito horizontes principais e camadas principais, designados por letras maiúsculas O,H,A,E,B,C,F,R. Destes, três são por definição sempre horizontes e são designados por A,E,B. As designações O,H,C,F em função da evolução pedogenética, qualificam horizontes ou camadas e R designa exclusivamente camada.

Horizonte O: camada orgânica superficial. É constituído por detritos vegetais e substâncias húmicas acumuladas na superfície, ou seja, em ambientes onde a água não se acumula (ocorre drenagem). É bem visível em áreas de floresta e distingue-se pela coloração escura e pelo conteúdo em matéria orgânica (cerca 20%).

Horizonte H: camada de constituição orgânica, superficial ou não composto de resíduos orgânicos acumulados ou em acumulação sob condição prolongada estagnação de água, salvo se artificialmente drenado.

Horizonte A: camada mineral superficial adjacente à camada O ou H. É o horizonte onde ocorre grande atividade biológica o que lhe confere coloração



escurecida pela presença de matéria orgânica. Existem diferentes tipos de horizontes A, dependendo de seus ambientes de formação. Esta camada apresenta maior quantidade de matéria orgânica que os horizontes subjacentes B e C.

Horizonte E ou B: camada mineral situada mais abaixo do horizonte (A) Apresenta menor quantidade de matéria orgânica, e acúmulo de compostos de ferro e argilominerais. Ocorre concentração de minerais resistentes, como quartzo em pequenas partículas (areia e silte). É o horizonte de máximo acúmulo, com bom desenvolvimento estrutural.

Horizonte C: camada mineral de material inconsolidado, ou seja, por ser relativamente pouco afetado por processos pedogenéticos, o solo pode ou não ter se formado, apresentando-se sem ou com pouca expressão de propriedades identificadoras de qualquer outro horizonte principal.

Horizonte F: camada de material mineral consolidado sob A. E ou B, Rico em ferro e/ ou alumínio e pobre em matéria orgânica, proveniente do endurecimento irreversível da plintita, ou translocação lateral de ferro e/ ou alumínio.

Horizonte R: camada mineral de material consolidado, que constitui substrato rochoso contínuo ou praticamente contínuo, a não ser pelas poucas e estreitas fendas que pode apresentar (rocha).

4.4.2.4. Características Físicas do solo

Cor

É a sensação visual que se manifesta na presença da luz e, de certo modo reflete a quantidade de matéria orgânica e óxidos de ferro, além da classe de drenagem do solo.

Quanto maior a quantidade de matéria orgânica, mais escura é a cor do solo, o que pode indicar fertilidade ou apenas condições desfavoráveis à decomposição da mesma. As cores com tonalidades avermelhadas ou amareladas estão associadas aos diferentes tipos de óxidos de ferro existentes no solo. Quando a quantidade destes óxidos é grande, os solos apresentam-se vermelhos. Solos com elevada quantidade de quartzo na fração mineral apresentam coloração clara.

Em solos com baixa capacidade de drenagem, a cor é acinzentada. Isto, porque os óxidos de ferro são lavados para o lençol freático, o que torna o solo mais claro. A cor branca a acinzentada é consequência da presença de minerais silicatados existentes na fração argila do solo.

Textura

É o tamanho relativo das diferentes partículas que compõem o solo, sendo que a prática de sua quantificação é chamada granulometria. As partículas menores que 2 mm de diâmetro (areia, silte e argila), são as de maior importância, pois muitas das propriedades físicas e químicas da porção mineral do solo dependem das mesmas. Assim, usualmente se consideram apenas as três frações menores para caracterizar a textura.

Argila: partícula com diâmetro inferior a 0,005 mm

Silte: partícula com diâmetro entre 0,005mm e 0,05mm

Areia fina: partícula com diâmetro entre 0,05mm e 0,42mm



Areia média: partícula com diâmetro entre 0,42mm e 2,0mm

Areia grossa: partícula com diâmetro entre 2,0mm e 4,8mm

Pedregulho: partícula com diâmetro entre 4,8 e 76 mm.

Consistência

A consistência está relacionada com a influência que as forças de coesão e de adesão exercem sobre os constituintes do solo, de acordo com suas variáveis estados de umidade. A força de coesão se refere à atração entre partículas sólidas, entretanto, a força de adesão está relacionada à atração entre as partículas sólidas e as moléculas de água. Assim, um solo pode ser muito duro quando está seco, e pegajoso quando está molhado.

Porosidade

Refere-se à porção de espaços ocupados pelos líquidos e gases em relação ao espaço ocupado pela massa de solo (relação entre volume de vazios e volume total de uma amostra de solo). Divide-se em micro e macro porosidade, sendo que esta variação deve-se à forma e ao imbricamento dos grãos (como estes se encaixam). A porosidade está diretamente relacionada com a circulação de água no solo, isto é, as redes de poros podem estar conectadas permitindo a circulação de água, ou podem estar também isolados, o que permite que a água fique em seu interior, mas não circule.

Permeabilidade

É a maior ou menor facilidade com que a percolação da água ocorre através de um solo. A permeabilidade é influenciada pelo tamanho e arranjo das partículas, e pela sua porosidade. Ainda, deve-se ressaltar a importância da viscosidade e temperatura da água.

Diante do exposto, é possível considerar que o solo é um material poroso, composto pelas fases sólida, líquida e gasosa, e que se origina pela intemperização física e química das rochas situadas em determinado relevo e sujeitas à ação do clima e dos organismos vivos.

4.4.2.5. Características complementares na descrição dos solos

Pedregosidade

Refere à proporção relativa de calhaus (2-20cm de diâmetro) sobre a superfície e, ou, massa do solo, classificam-se em:

Não pedregoso.

Ligeiramente pedregoso

Moderadamente pedregoso

Pedregoso

Muito pedregoso

Extremamente pedregoso



Rochosidade

Refere-se à proporção relativa de exposições de rochas, quer sejam afloramentos de rochas e camadas delgadas de solos sobre rochas ou ocorrência significativa de matacões (boulders) com mais de 100 cm de diâmetro, conforme segue:

- Não rochosa
- Ligeiramente rochosa
- Moderadamente rochosa
- Rochosa
- Muito rochosa
- Extremamente rochosa

Relevo

São usadas as seguintes classes na descrição do relevo:

- Plano – Apresenta declives menores de 3%.
- Suave ondulado – Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives suaves, de 3 a 8%.
- Ondulado - Apresenta declives de 8 a 20%.
- Forte ondulado - Apresenta declives de 20 a 45%.
- Montanhoso - Apresenta declives de 45 a 75%
- Escarpado - Apresenta declives superiores a 75%.

Erosão

Refere-se à remoção da parte superficial e subsuperficial do solo, principalmente pela ação da água e do vento. Resulta do efeito do embate direto da chuva e do escoamento superficial e, ainda, da ação de ventos sobre a superfície do solo.

Erosão eólica

É expressiva em regiões semiáridas ou com períodos marcantes de seca ao longo do ano, ou ainda, em materiais de solo fracamente agregados. Ela não é dependente da declividade, podendo ocorrer de forma intensa em terrenos planos. O risco de erosão eólica é acentuado pela remoção ou redução da cobertura vegetal.

Erosão hídrica

Resulta da remoção de material à medida que ocorre o fluxo de água no solo. Duas formas de erosão hídrica são consideradas:

Erosão laminar: Remoção mais ou menos uniforme de camadas do solo em uma área, sem aparecimento de sulcos na superfície.

Erosão em sulcos:

Remoção do solo através de sulcos e canais, nos quais se concentra o escoamento superficial da água.

Quanto à frequência os sulcos podem ser: ocasionais, frequentes e muito frequentes.

Quanto à profundidade, os sulcos podem ser: rasos, profundos, voçorocas

Outras formas de erosão devem ser citadas como, por exemplo, desbarrancamentos, desmoronamentos e deslizamentos.



Drenagem do perfil

Serão utilizadas as seguintes classes de drenagem:

- Excessivamente drenado – A água é removida do solo muito rapidamente.
- Fortemente drenado – A água é removida do solo rapidamente, sendo solos muito porosos, de textura média arenosa e muito permeável.
- Acentuadamente drenado - A água é removida do solo rapidamente, sendo normalmente de textura argilosa e média, porém sempre muito porosos.
- Bem drenado – A água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente.
- Moderadamente drenado – A água é removida do solo um tanto lentamente.
- Imperfeitamente drenado – A água é removida do solo lentamente, de tal modo que ele permanece molhado por período significativo.
- Mal drenado – A água é removida do solo tão lentamente que ele permanece molhado por grande parte do tempo.
- Muito mal drenado – A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte o ano.

4.4.2.6. Classificação dos Solos nos Seis Níveis Categóricos

As descrições de solo no campo são constituídas dos registros metodizados das suas características. Estas devem ser feitas no campo devendo incluir as características morfológicas de cada um, englobando a espessura, cor, estrutura, textura, consistência, transição entre horizontes entre outras. Um solo corretamente classificado deve conter desde o primeiro nível categórico até o sexto, correspondente ao nível mais baixo de classificação. A sequência completa de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo é: Ordem, que representa o horizonte B ou sub-superficial; Subordem, que descreve as características morfológicas como a cor e estrutura; Grande grupo representando características diagnósticas como a saturação de bases o caráter álico, eutrófico, entre outros; Subgrupo descrevendo horizonte A (superficial); Família correspondendo à classe textural do horizonte B e por fim o último nível, Série, que é identificado por um nome próprio, de cidade, rio ou nomes de acidentes geográficos onde estes foram amostrados pela primeira vez.

Para a classificação dos solos na área do empreendimento foram utilizados dados obtidos nos levantamentos realizados pela EMBRAPA solos, com o apoio da EPAGRI e também por considerações e observações em campo, feitas pela equipe responsável.

4.4.2.7. Avaliação da Aptidão Agrícola do Solo

A avaliação da aptidão agrícola de um solo resulta da interpretação de informações obtidas nos levantamentos de solos, complementados com dados climáticos, e ainda avaliando-se os graus de limitações que estes possuem para o uso agrícola. São consideradas apenas as limitações permanentes, que não são corrigíveis ou são muito complexas.



O princípio básico que rege estas classificações é que à medida que aumentam as limitações de um sítio a intensidade do seu uso adequado diminui, conforme a Figura 25.

GRUPO DE APTIDÃO AGRÍCOLA		AUMENTO DA INTENSIDADE DE USO				
		→				
		PRESERVAÇÃO DA FAUNA E FLORA	SILVICULTURA PASTAGEM NATURAL	PASTAGEM PLANTADA	LAVOURAS	
APTIDÃO RESTRITA	APTIDÃO REGULAR				APTIDÃO BOA	
AUMENTA O GRAU ↓ DE LIMITAÇÃO	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

Figura 25: Alternativa de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.

Para classificarmos um solo primeiramente são considerados três níveis de manejo do sítio, a saber:

Nível A - baseado em práticas agrícolas de baixo nível tecnológico sem aplicação de capital, insumos e dependente do trabalho braçal.

Nível B – correspondente a um nível tecnológico médio, com modesta aplicação de capital e conhecimentos, utilizando tração animal.

Nível C – reflete alto nível tecnológico com aplicação intensiva de capital, conhecimentos, insumos e conservação do solo. O nível de mecanização é elevado.

Segundo níveis hierárquicos mais baixos temos ainda:

Classes, que são denominadas Boa, regular, restrita e inapta, sendo designadas para cada tipo de utilização dos sítios, representadas nos mapas de aptidão pela simbologia apresentada na Figura 26.

As classes são definidas com base em fatores limitantes como: deficiência de fertilidade, de água, de aeração, suscetibilidade a erosão e impedimento à mecanização.



CLASSE DE APTIDÃO AGRÍCOLA	TIPO DE UTILIZAÇÃO					
	LAVOURAS			PASTAGEM PLANTADA	SILVICULTURA	PASTAGEM NATURAL
	NÍVEL DE MANEJO			NÍVEL DE MANEJO B	NÍVEL DE MANEJO B	NÍVEL DE MANEJO A
	A	B	C			
BOA	A	B	C	P	S	N
REGULAR	a	b	c	p	s	n
RESTRITA	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
INAPTA	-	-	-	-	-	-

Figura 26: Classificação da aptidão agrícola.

Grupos de aptidão indicam os tipos de utilização mais intensivos possíveis, ou seja, a sua aptidão, sendo representados por números de 1 a 6, com os seguintes significados:

- 1 – aptidão boa para lavoura;
- 2 - aptidão regular para lavoura;
- 3 - aptidão restrita para lavoura;
- 4 – apta para pastagem cultivada;
- 5 – apta para pastagem plantada e silvicultura;
- 6 – inapta para exploração sendo possível somente à preservação de fauna e flora.

Subgrupos de aptidão são as avaliações feitas em conjunto das classes que indicam o uso mais intensivo possível para cada nível de manejo.

4.4.2.8 Considerações Preliminares Sobre os Solos nas Áreas Envolvidas

Os solos dos locais englobados pelo empreendimento ficam classificados em duas diferentes tipologias segundo o levantamento feito pela EMBRAPA solos, levando em consideração a nomenclatura adotada pela SBCS, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

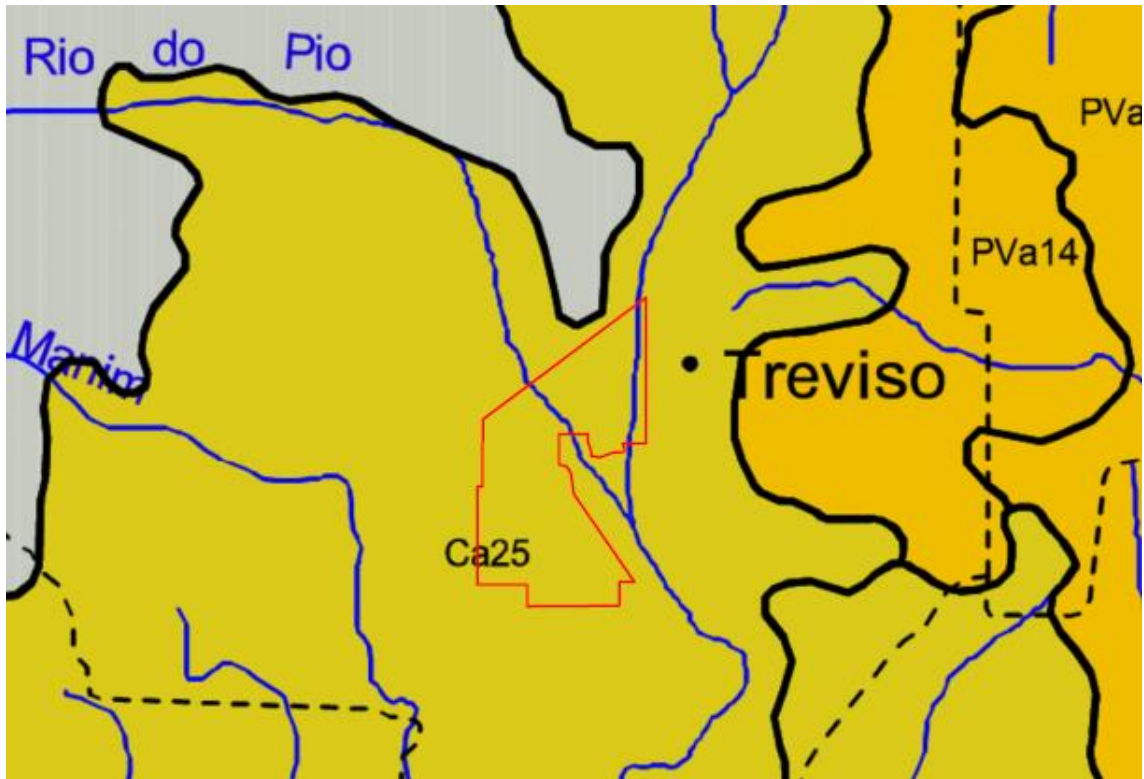


Figura 27: Mapa dos solos da região do empreendimento.
Fonte: IPAT UNESC.

Re3 - Associação Solos Litólicos Eutróficos A chernozêmico e moderado, textura média, relevo montanhoso (substrato basalto/arenito) + Cambissolo Eutrófico Ta A chernozêmico e moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado, ambos fase pedregosa, floresta tropical/subtropical perenifólia + Afloramentos Rochosos, relevo escarpado.

Área mapeada e distribuição geográfica: Esta unidade de mapeamento ocupa uma área de 108.300ha, o que corresponde a 1,13% da superfície do estado. Ocorre nas microrregiões Carbonífera e Colonial Sul Catarinense, estando concentrada nos municípios de Praia Grande, Guatá e Lauro Müller.

Proporção e arranjo dos solos: Os solos integrantes desta associação encontram-se numa proporção estimada de 35, 30 e 20% respectivamente. Os 15% restantes são representados pelas inclusões. O primeiro componente ocupa o relevo montanhoso da encosta da serra; o segundo situa-se no sopé da serra, ocupando o relevo forte ondulado; ao passo que o terceiro ocorre nas superfícies de relevo escarpado.

Inclusões: Foram registradas as seguintes: Afloramentos Rochosos, Podzólico Vermelho-Amarelo A moderado, Brunizem Avermelhado, Terra Bruna/Roxa Estruturada e Solos Aluviais.

Considerações sobre a utilização agrícola - devido às fortes restrições impostas pelo relevo muito acidentado, as áreas ocupadas por esta associação são inaptas ou de utilização muito restrita, devendo ser destinadas à preservação da fauna e da flora. Atualmente silvicultura é a atividade mais utilizada.



Ca25 - Associação Cambissolo Álico Tb A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado + Solos Litólicos Álicos A moderado, textura média, relevo ondulado (substrato sedimentos pelíticos), ambos fase pedregosa floresta tropical/subtropical perenifólia.

Área mapeada e distribuição geográfica: Esta unidade de mapeamento ocupa uma área de 12.616ha, o que corresponde a 0,13% da superfície do estado. Ocorre na microrregião Carbonífera, estando concentrada principalmente no município de Siderópolis.

Proporção e arranjo dos solos: Os solos que integram esta associação encontram-se numa proporção estimada de 50 e 40% respectivamente. Os 10% restantes são ocupados pelas inclusões. O primeiro componente ocorre nas áreas de topografia mais suave, ao passo que o segundo é visto preferencialmente nas encostas mais declivosas do relevo ondulado.

Inclusões: Foram registradas as seguintes: Cambissolo não pedregoso e Podzólico Vermelho-Amarelo Álico textura argilosa.

Considerações sobre a utilização agrícola: A área desta associação praticamente não é utilizada com agricultura, estando quase que inteiramente coberta por pastagem e pela floresta secundária. A causa disto está relacionada com a baixa fertilidade natural dos solos, com a forte suscetibilidade à erosão, com a grande concentração de pedras na superfície do terreno e com a pequena espessura dos perfis, especialmente no domínio dos Solos Litólicos, o que limita ou mesmo impede o uso de máquinas e implementos agrícolas.

4.4.3. Geologia

O levantamento abrange a área do Projeto da Mina Rio Pio elaborado para o aproveitamento da jazida da camada de carvão Barro Branco através de lavra subterrânea e está inserida no processo DNPM no 1492/36 da Carbonífera Metropolitana S.A. e no processo DNPM nº 14.926/36 da Minageo Ltda.

O mapa de situação apresentado na figura a seguir indica a área do levantamento geológico.

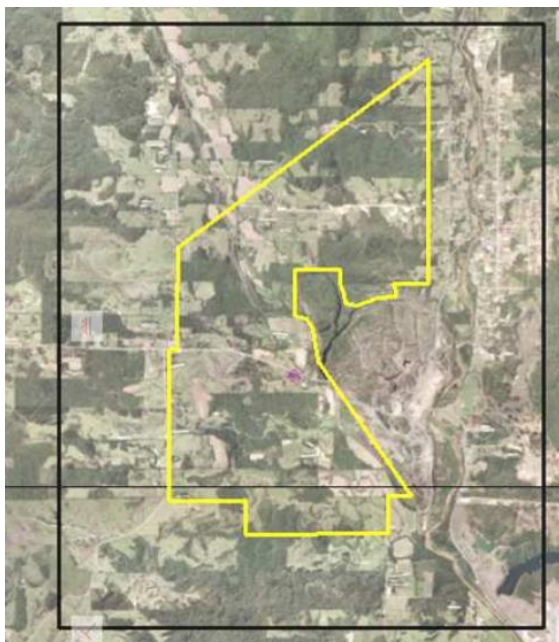


Figura 28: Esboço do Mapa de Situação. (perímetro da Mina Rio Pio = polígono em amarelo; levantamento geológico = polígono preto). Fonte: Ortofotos DNPM (2006).

A área do levantamento geológico (17,25 km²) situa-se entre as localidades de Rio Pio e São Vítor, município de Treviso, região carbonífera do sul de Santa Catarina, sendo delimitada pelas seguintes coordenadas UTM SIRGAS 2000:

X= 647654 Y= 6846529

X= 651395 Y= 6846529

X=651395 Y=6841919

X=647654 Y= 6841919

A geologia local é representada por uma sequência de rochas sedimentares das unidades litoestratigráficas que constituem o Grupo Guatá, a base do Grupo Passa Dois e a Formação Serra Geral situada no topo do perfil litológico da Bacia Sedimentar do Paraná conforme a proposta por Milani e col. (Boletim de Geociências da Petrobrás, 2007, v.15, n.2, pg.286).

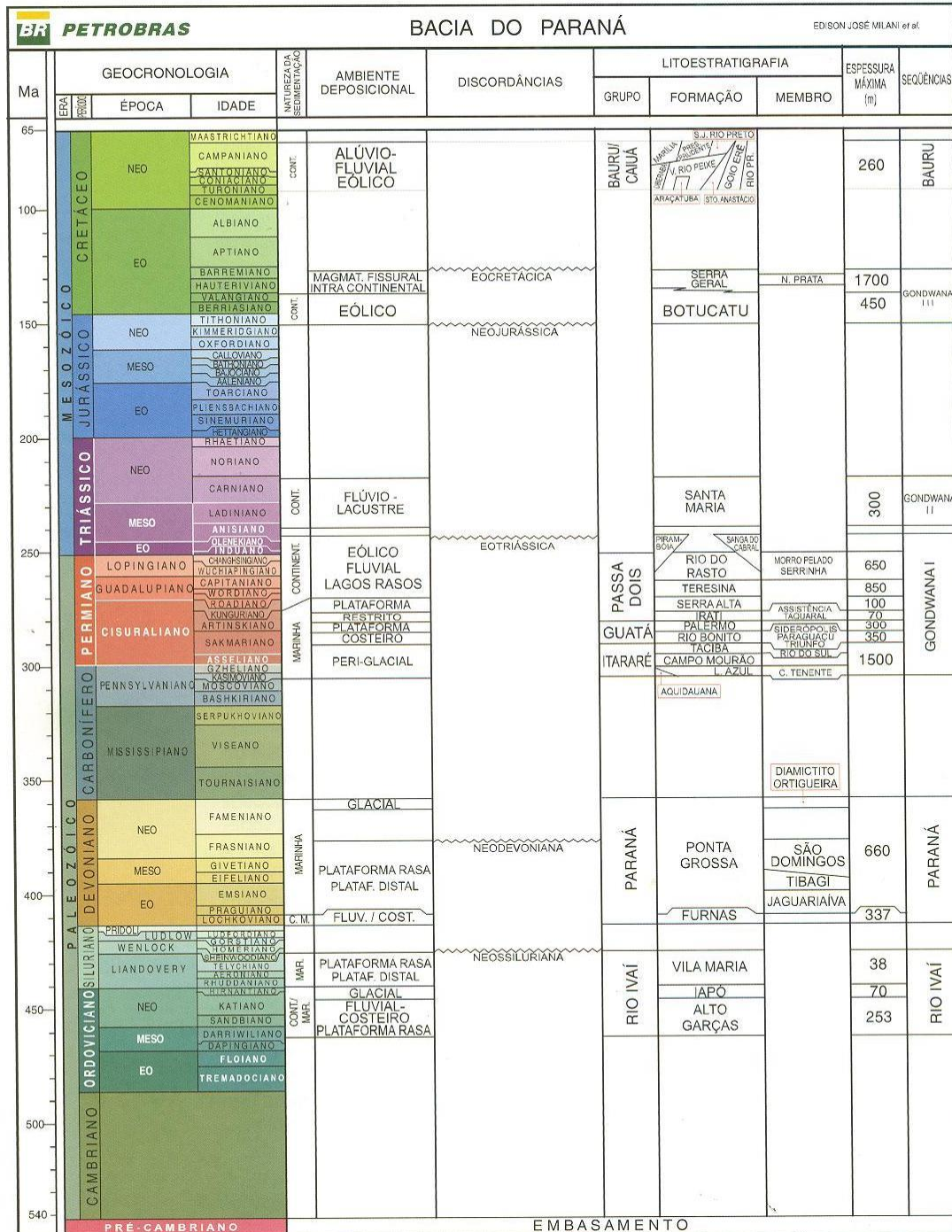


Figura 29 - Estratigrafia da área do Projeto Mina Rio Pio.
Fonte: Milani (2007).

A coluna sedimentar local é constituída por litologias do Membro Siderópolis da Formação Rio Bonito, sobre as quais se sobrepõem em sequência as litologias das Formações Palermo, Irati e Serra Geral.



A intrusão de diabásio da Formação Serra Geral encontra-se em discordância litológica e erosiva sobre a base da Formação Irati constituída por folhelhos pretos com lentes de calcário.

Sedimentos inconsolidados quaternários originados pela ação deposicional dos riosdo Pio e Mãe Luzia recobrem em locais os folhelhos da Formação Irati, os siltitos da Formação Palermo e os arenitos da Formação Rio Bonito.

As litologias da Formação Rio Bonito ocorrem na parte sul da área mapeada e ao longo de uma faixa de terrenos que acompanham a direção dos leitos do rios Pio e Mãe Luzia. Nessas áreas o aproveitamento do carvão da camada Barro Branco foi realizado a céu aberto em blocos soerguidos e delimitados por falhas. Na maior parte da área, a Formação Rio Bonito encontra-se encoberta por litologias das Formações Palermo e Irati. O pacote de estratos dessa formação apresenta um espessamento na direção W-NW que é observado quando se compara a espessura do intervalo compreendido entre a base da Formação Pelermo e o topo da camada de carvão Barro Branco, possivelmente, indicando sedimentação controlada pela paleotopografia do embasamento.

As litologias da Formação Palermo ocorrem na região centro-norte da área apresentando espessuras que variam de 4 a 114 metros, constituindo-se na unidade litoestratigráfica de maior ocorrência do perfil geológico local. As litologias da Formação Irati ocorrem na região W-NW da área com espessuras variando de 11 até 48 metros, observando-se espessamento das litologias que a compõem na direção oeste.

A Formação Serra Geral ocorre na forma de intrusões concordantes e descontínuas na região oeste e norte da área, principalmente, junto à zona de contato geológico com a Formação Irati. Nos afloramentos a espessura varia de 2 a 3 metros, encontrando-se erodida nas áreas adjacentes.

O perfil geológico mostrado na Figura 30 representa as litologias predominantes em cada domínio geológico com as suas variações de espessuras de acordo com as observações feitas nos afloramentos e nos testemunhos de sondagem.

Na área do Projeto Mina Rio Pio, as litologias da Formação Rio Bonito ocorrem em bloco elevado por falhas, assim como as áreas mineradas a céu aberto situadas na porção centro-leste da área.

O modelo geológico foi elaborado com base nas informações dos furos de sondagem e no trabalho de geologia realizado em campo. Na Tabela 12 são descritos os afloramentos visitados no trabalho de campo.



ESPESSURA (m)

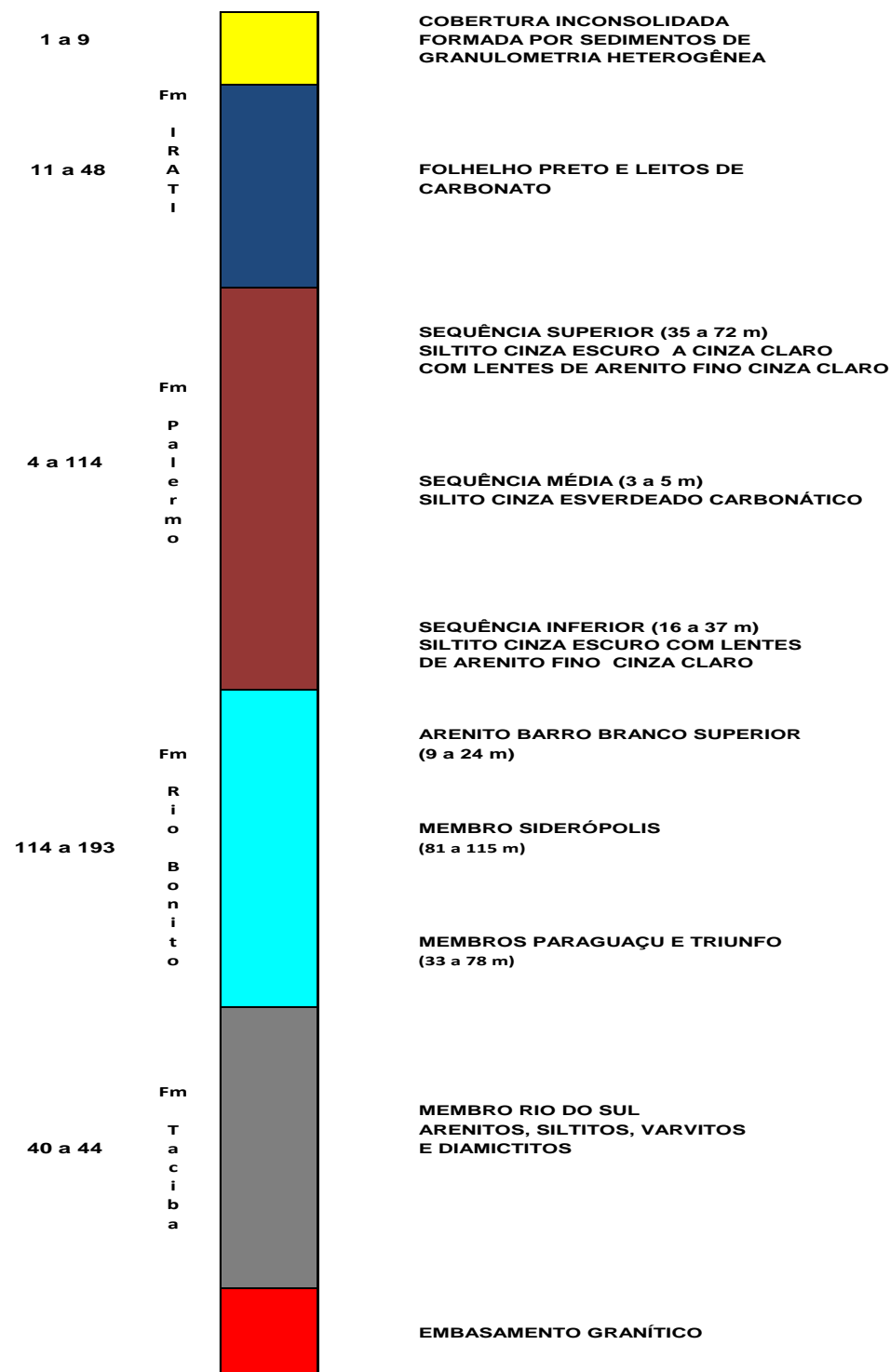


Figura 30 -Perfil geológico da área do Projeto Mina Rio Pio.
Fonte: Geológica (2015)



Tabela 12: Afloramentos descritos.

Afloramento	UTM E	UTM N	Litoestratigrafia	Descrição
Pto01	650856	6841931	Fm Rio Bonito	Arenito fino, cinza claro, fraturado. Arenito Barro Branco Superior
Pto02	650564	6842169	Fm Palermo	Argila marrom amarelada, perfil de solo residual
Pto03	650194	6842073	Fm Palermo	Siltito arenoso cinza alterado com manchas amarelas e rosadas
Pto04	650433	6842805	Fm Rio Bonito	Arenito fino, cinza claro, silicificado, fraturado. Arenito Barro Branco Inferior
Pto05	649619	6843815	Fm Rio Bonito	Arenito fino, cinza claro, silicificado, fraturado. Arenito Barro Branco Inferior
Pto06	649697	6843311	Fm Serra Geral	Seixos e blocos de diabásio com matriz siltico argilosa
Pto07	648877	6843996	Fm Serra Geral / Fm Irati	Contato blocos rolados de diabásio e folhelho cinza
Pto08	648633	6844506	Fm Serra Geral / Fm Irati	Contato blocos rolados de diabásio e folhelho cinza
Pto09	648654	6844830	Fm Irati	Lente de calcário fraturado intercalada em folhelho preto
Pto10	648660	6844367	Fm Irati	Folhelho cinza
Pto11	648432	6843987	Fm Serra Geral	Sill de diabásio com seixos e blocos
Pto12	647641	6844033	Fm Serra Geral	Sill de diabásio com seixos e blocos
Pto13	648571	6842991	Fm Serra Geral	Dique de diabásio
Pto14	648078	6842542	Fm Irati	Folhelho cinza
Pto15	648544	6843432	Fm Serra Geral	Seixos e blocos de diabásio com matriz siltico argilosa
Pto16	650898	6841533	Fm Rio Bonito	Forro camada de carvão Barro Branco
Pto17	650341	6842660	Planície Aluvial	Argila marrom
Pto18	650093	6843466	Fm Rio Bonito	Mina a céu aberto da camada Barro Branco abandonada
Pto19	649909	6843285	Fm Rio Bonito	Arenito fino, cinza, silicificado, fraturado em zona de falha. Atitude N10°W;12°NE
Pto20	649677	6843527	Planície Aluvial	Seixos rolados em matriz areno-argilosa
Pto21	649670	6843720	Planície Aluvial	Seixos rolados em matriz areno-argilosa
Pto22	648535	6843619	Fm Serra Geral	Seixos e blocos de diabásio com matriz siltico argilosa
Pto23	648326	6843406	Fm Serra Geral / Fm Irati	Contato blocos rolados de diabásio e folhelho cinza
Pto24	647746	6841118	Fm Irati	Folhelho cinza escuro
Pto25	647411	6841593	Fm Irati	Folhelho preto com intrusão de sill de diabásio

Fonte: Geológica (2015)

No esboço geológico (Figura 32) está representada a sequência dos estratos e as relações de contato das unidades litoestratigráficas que formam o perfil geológico local.

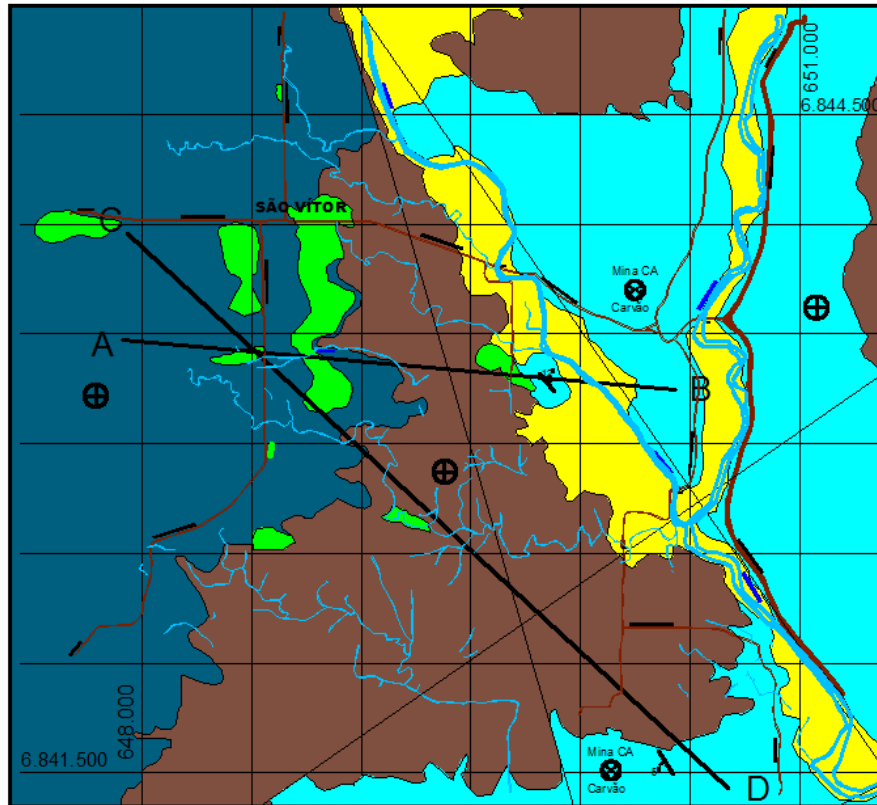


Figura 31: Mapa geológico simplificado.

Legenda

- | | |
|------------------------------|-----------------|
| Depósito de Planície Aluvial | |
| Formação Serra Geral | |
| Formação Irati | |
| Formação Palermo | |
| Formação Rio Bonito | |
| Seções Geológicas | AB CD |
| Falha inferida | |
| Atitude de camada horizontal | |
| Atitude de camada megulhante | 5° |
| Mina exaurida | CA (céu aberto) |

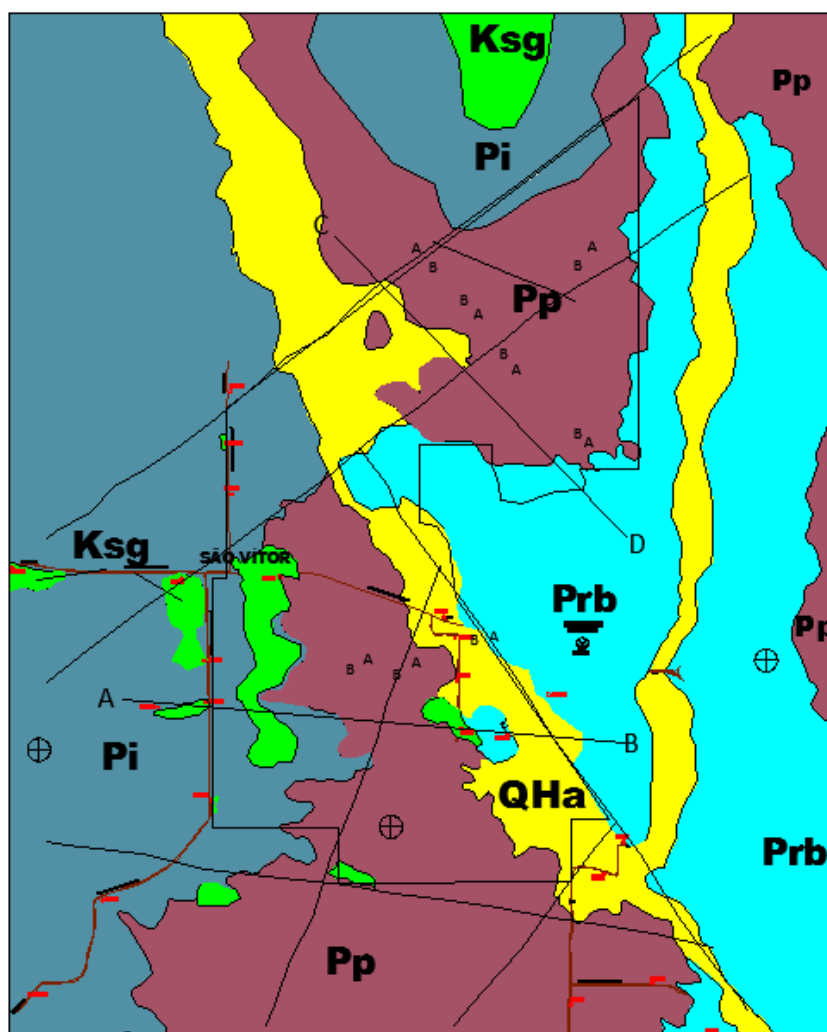


Figura 32 - Esboço geológico com o perímetro da Mina do Rio Pio (poligonal na cor magenta). Fonte: Geológica (2015)

Legenda

Depósito de Planície Aluvial (QHa)	
Formação Serra Geral (Ksg)	
Formação Irati (Pi)	
Formação Palermo (Pp)	
Formação Rio Bonito (Prb)	
Falha inferida	
Atitude de camada horizontal	
Atitude de camada megulhante	
Mina exaurida (céu aberto)	



4.4.3.1 Formação Rio Bonito

A sequência litoestratigráfica da Formação Rio bonito pertence ao seu intervalo superior Membro Siderópolis. Na estratigrafia definida nos trabalhos da CPRM para bacia carbonífera catarinense, esse pacote de arenitos é dividido em intervalo superior e intervalo inferior, tomando a camada de carvão Barro Branco como referência para a descrição dos estratos. Nos furos de sondagem a espessura do Membro Siderópolis varia de 81 a 115 metros e as espessuras dos Membros Paraguaçu e Triunfo de 33 a 78 metros, respectivamente, de modo que a espessura total da Formação Rio Bonito na área estudada varia de 114 m a 193 m.

Arenito Barro Branco Superior

À exceção dos afloramentos em cortes remanescentes de áreas mineradas a céu aberto, a sequência de arenitos e siltitos situada acima da camada de carvão Barro Branco não aflora na área do levantamento geológico. As litologias que compõem esse intervalo em afloramento são formadas por arenitos finos a médios, silicificados, cinza-claros a brancos intercalados com camadas de siltitos.

Nos perfis de sondagem esse intervalo, caracteriza-se pela ocorrência de arenitos finos, feldspáticos, cinza claros, pouco fraturados, sendo frequentes as intercalações com filmes e leitos de silito preto micáceo formando estratificação cruzada de baixo ângulo e plano-paralela irregular.

Arenito Barro Branco Inferior

Os melhores afloramentos da Formação Rio Bonito encontram-se nos leitos e margens dos rios Pio e Mãe Luzia. Nesses afloramentos observam-se lajeados de arenitos ortoquartzíticos, fraturados, silicificados, cinza claros, estratificados em camadas plano-paralelas com leitos de 20 a 50 cm de espessura.

A densidade de fraturas observada nos afloramentos no leito do rio Pio é maior daquela que se verifica na maioria descrita nos perfis de sondagens, uma vez que esses afloramentos se encontram em zona de falhas.

As fotos mostradas na Figura 33 ilustram afloramentos de arenitos do intervalo inferior da camada Barro Branco.

O contato geológico entre o Membro Siderópolis e os Membros Paraguaçu / Triunfo foi colocado na primeira ocorrência de arenitos finos intercalados com siltitos verdes claros.

Não fez parte do escopo do levantamento geológico a distinção dos intervalos médio e inferior não aflorantes da Formação Rio Bonito (Membros Paraguaçu e Triunfo). Por essa razão, optou-se por determinar a espessura em conjunto desses intervalos com o objetivo de compará-los com o intervalo superior.



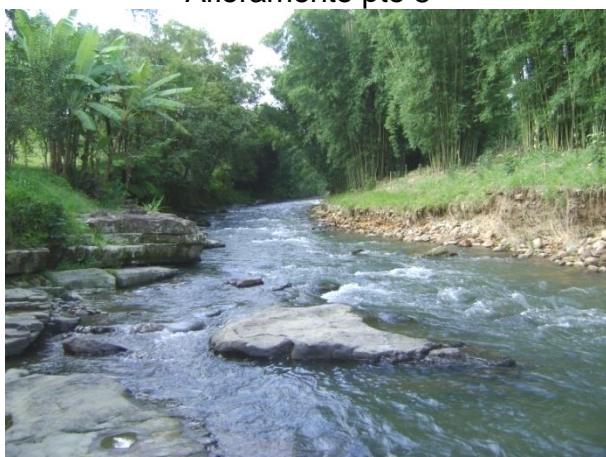
Afloramento pto 4



Afloramento pto 4



Afloramento pto 5



Afloramento pto 5



Figura 33 - Afloramentos do Arenito Barro Branco Inferior no leito do rio do Pio.
Fonte: Geológica (2015)

Camadas de Carvão

Quatro camadas de carvão ou seus horizontes estratigráficos foram identificados no Membro Siderópolis da Formação Rio Bonito nas campanhas de sondagem realizados, assim identificados do topo para a base:

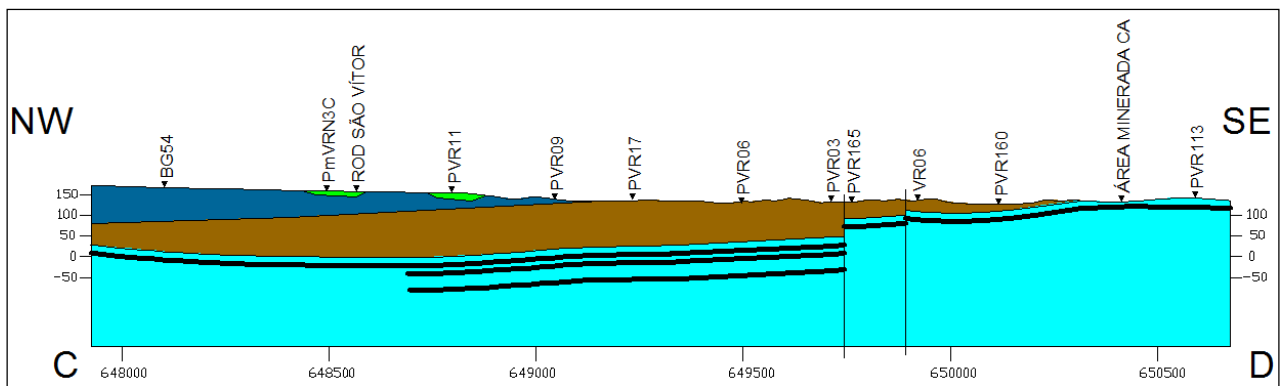
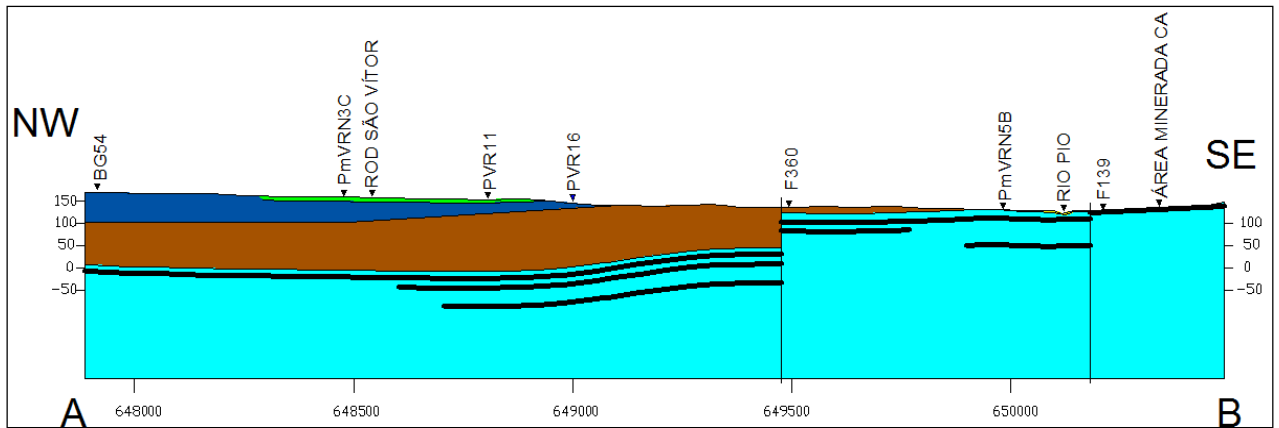
- Camada Treviso: ocorre como siltito preto carbonoso, piritoso, eventualmente, comleitos centimétricos de carvão intercalados;
- Camada de carvão Barro Branco: ocorre em toda a área prospectada com espessuras de 0,87 a 3,20 m;

O mapa de isópacas da camada Barro Branco mostra que a camada Barro Branco ocorre segundo uma compartimentação paleogeográfica-estrutural notando-



se as maiores espessuras na região SW as menores no cento-nordeste coincidindo com o

As camadas de carvão mostradas nessas seções geológicas representam do topo para a base as camadas Barro Branco, Irapuá e Bonito Inferior.



Legenda

- Depósito de Planície Aluvial
- Formação Serra Geral
- Formação Irati
- Formação Palermo
- Formação Rio Bonito
- Camada de Carvão
- Falha inferida
- Furo de sondagem ▼

BG, VR, PVR, PmVRN

Figura 34: Seção geológica A-B (EH=EV). Seção geológica C-D (EH=EV).



O carvão contido nessa apresenta variações de 0,16 m a 1,60 m com média de 0,83m. Essas variações também podem ser atribuídas ao mesmo condicionamento paleogeográfico-estrutural, encontrando-se com maior espessura de carvão na região sudoeste e a menor espessura na região centro-norte. (Figura 36).

No que se refere à relação CC/CT observa-se que a jazida apresenta um aumento do estéril em relação ao carvão na direção W-NW como condicionamento geral atingindo valores menores que 0,5 (Figura 37).

As espessuras da cobertura variam desde subaflorantes, em torno de 10 metros na região nordeste e ao longo da margem direita do rio Pio, até 180 metros no extremo oeste da área. O condicionamento estrutural em blocos afundados pelas zonas de falhas controla a acentuação das coberturas como mostra o esboço do mapa de isocobertura (

Figura 38).

- Camada Irapuá: ocorre de forma descontínua com espessuras de 0,29 a 1,05 metros. Os trabalhos de sondagem estabeleceram a área de maior potencial da calha de deposição a ser detalhada em trabalhos de pesquisas subsequentes;
- Camada Bonito Inferior: ocorre de forma descontínua, devendo sua bacia ser detalhada com a realização de furos de sondagem e escala de detalhe. A espessura dessa camada variou de 0,42 a 2,57 m.

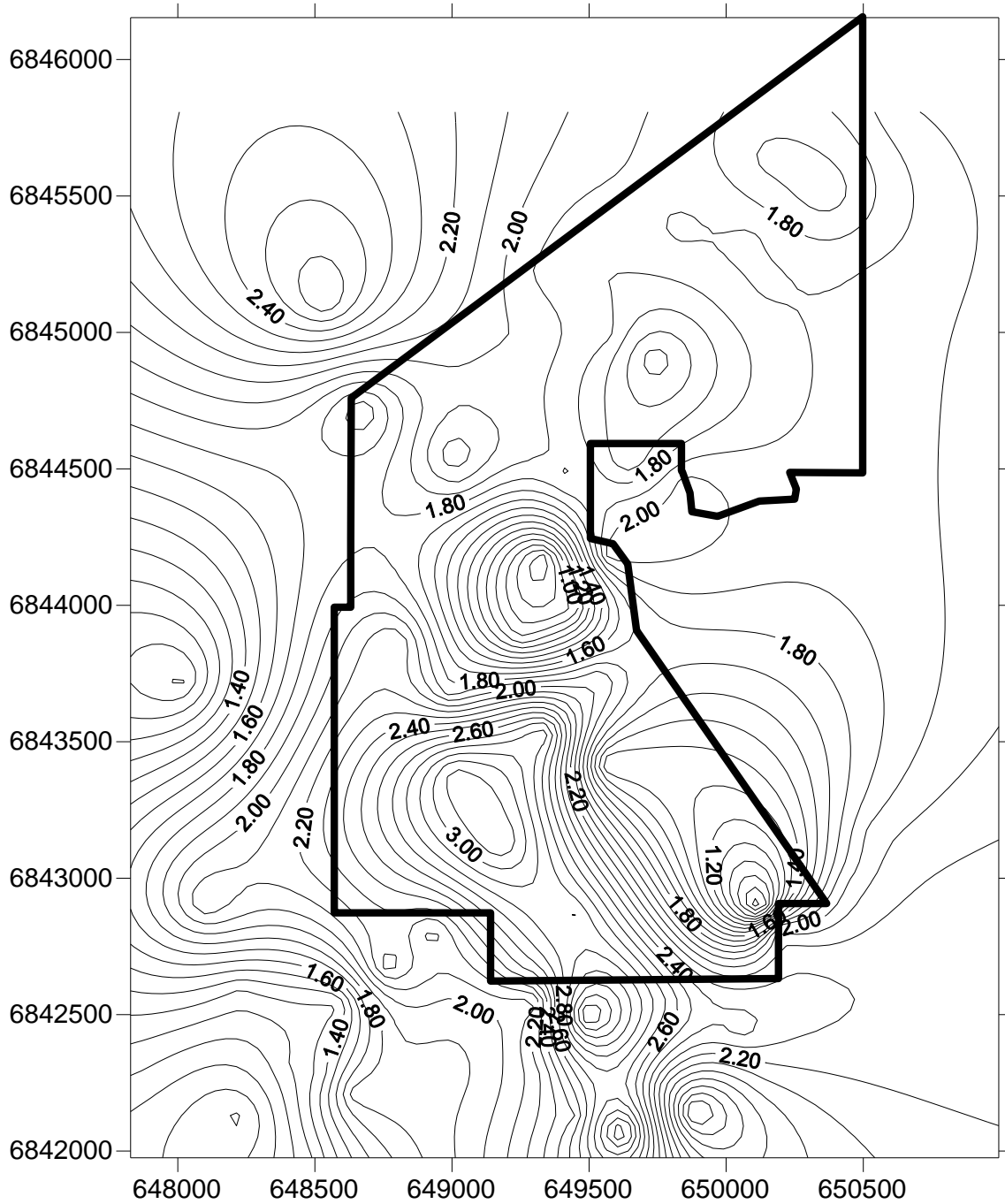


Figura 35 -Esboço do mapa de isópachas da camada Barro Branco (CT).
Fonte: Geológica (2015)

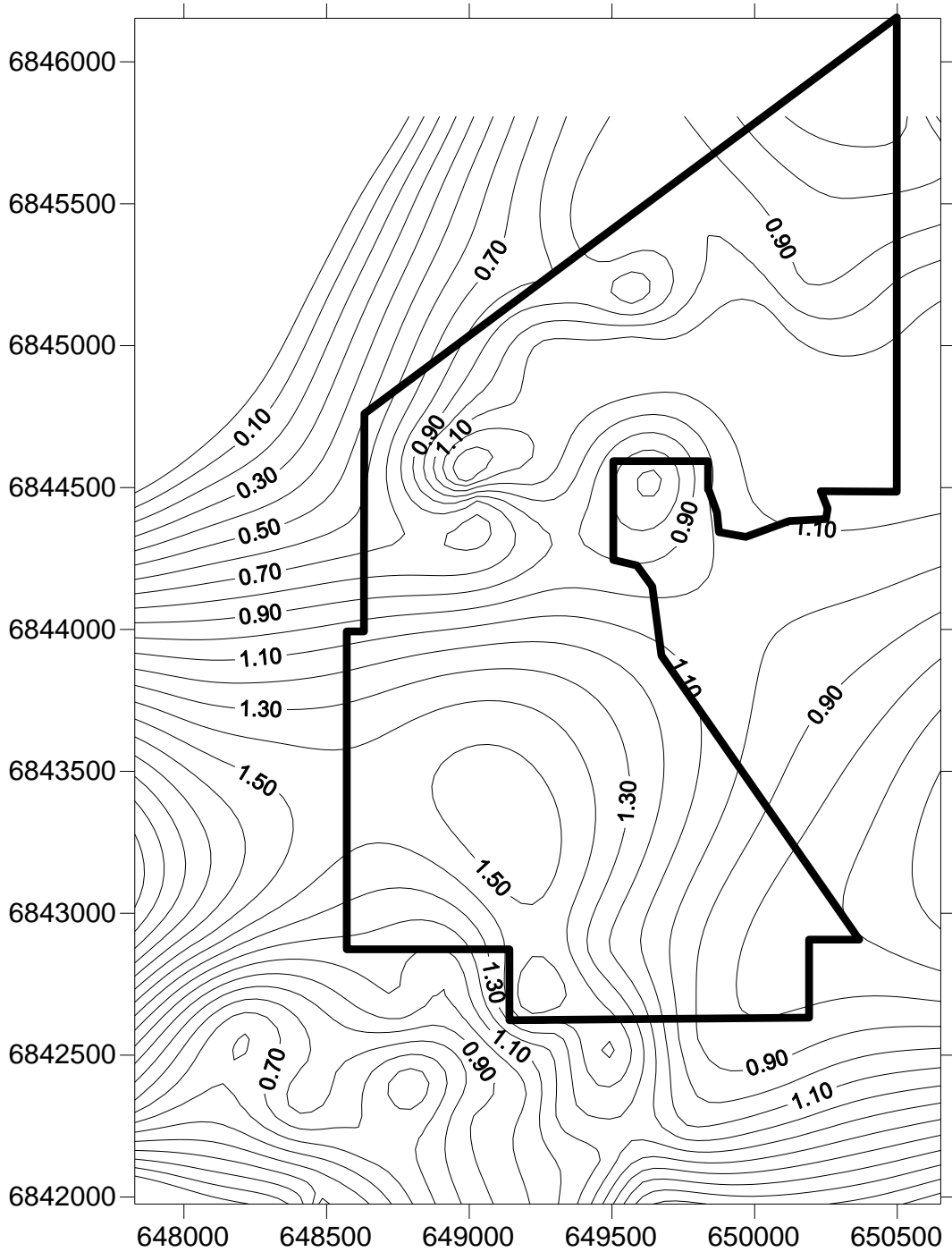


Figura 36 -Esboço do mapa de isópachas de carvão contido na camada Barro Branco (CC).
Fonte: Geológica (2015)

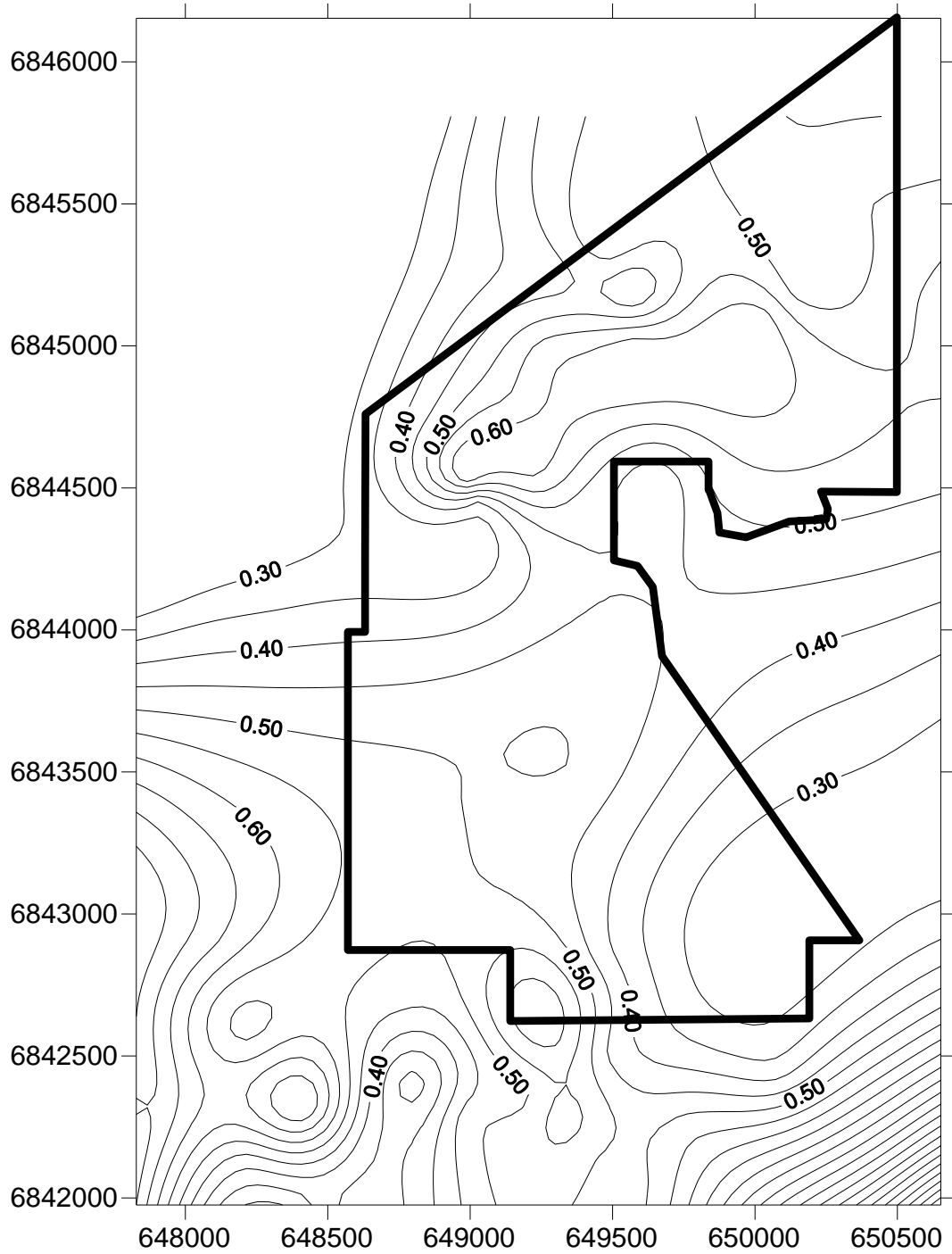


Figura 37 -Esboço do mapa de isovalores da relação minério / estéril da camada Barro Branco (CC/CT).

Fonte: Geológica (2015)



Figura 38: Esboço do mapa de isocobertura da lapa da camada Barro Branco.
Fonte: Geológica (2015)

4.4.3.2 Formação Palermo

A Formação Palermo é constituída por siltitos, siltitos arenosos e siltitos com níveis carbonáticos na forma de cimento, nódulos e concreções. As litologias que formam essa unidade litoestratigráfica apresentam notável continuidade lateral de modo que se pode dividi-la em três intervalos de acordo com as características texturais observadas nos perfis de sondagem e nos afloramentos.



- Intervalo superior

O intervalo superior da Formação Palermo é constituído por camadas de siltitos cinza escuros a cinza claros, intercalados com lentes de arenito fino cinza claro, gradando para siltito com tonalidade esverdeada na zona de contato com o intervalo médio. A espessura do intervalo superior variou de 35 a 72 metros.

- Intervalo médio

O intervalo médio é constituído por uma sequência de camadas de siltitos verdes a cinza-esverdeados intercaladas com lentes de arenitos finos, cinza claros, calcíferos, intercalando-se nódulos e concreções de carbonato e níveis ou camadas de marga. O contato com os intervalos superior e inferior da Formação Palermo é transicional e caracterizado pela redução da espessura dos leitos e lentes de arenito e ausência de concreções carbonáticas e mudança da cor predominante esverdeada para cinza. A espessura do intervalo superior variou de 3 a 5 metros.

- Intervalo inferior

O intervalo inferior é constituído de uma camada de siltitos cinza escuros a pretos com lentes de arenito fino cinza claro. O contato com a unidade inferior ocorre de forma transicional entre os siltitos cinza escuros com lentes de arenito cinza claro da Formação Palermo e os arenitos finos esbranquiçados da Formação Rio Bonito (Figura 39). A espessura do intervalo superior variou de 16 a 37 metros.



Figura 39: Detalhe da litologia (siltito arenoso cinza avermelhado) correspondente ao intervalo inferior da Formação Palermo em afloramento (pto 2).

Fonte: Geológica (2015)

4.4.3.3 Formação Irati

A Formação Irati é constituída de folhelhos cinza escuros a pretos tendendo a cores mais claras na zona de contato com a Formação Palermo nos testemunhos de sondagem e afloramento (Figura 40).



O contato inferior com os siltitos da Formação Palermo é transicional e posicionado na zona com redução do espaçamento da laminação e mudança da cor preta para a cinza.



Figura 40 - Detalhe das litologias que compõem a Formação Irati em afloramento (pto 13).
Fonte: Geológica (2015)

4.4.3.4 Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral ocorre na porção centro-oeste da área a partir da altitude de 160 metros. Nos afloramentos observa-se, apenas o manto de alteração formado por seixos e blocos de diabásio com matriz argilosa marrom avermelhada (Figura 41 e Figura 42).

As intrusões de diabásio apresentam contatos concordantes com os folhelhos pretos da Formação Irati. Além dos afloramentos alterados, as intrusões de diabásio pertencentes à Formação Serra Geral também ocorrem preenchendo falhas dos sistemas NE e NW que integram o arcabouço estrutural da área.



Figura 41 - Afloramento de diabásio da Formação Serra Geral (pto 6).
Fonte: Geológica (2015)

Pto 8

Pto15



Figura 42 - Afloramento de diabásio em perfil de alteração da Formação Serra Geral.
Fonte: Geológica (2015)

Cobertura Aluvionar

Compreende depósitos de cobertura aluvionar inconsolidada formados por uma camada de sedimentos inconsolidados com arcabouço constituído de matações e blocos de diabásio da Formação Serra Geral, de fragmentos de siltitos da sequência superior da Formação Palermo e de arenitos da Formação Rio Bonito com matriz argilosa. Esses depósitos preenchem os canais as planícies de inundação, principalmente, dos rios do Pio (Figura 43) e Mãe Luzia.



Figura 43 -Depósito de cobertura aluvionar (pto02).
Fonte: Geológica (2015)



4.4.3.5 Aspectos Morfológicos da Região

Segundo Hermann e Rosa (1986), a área de estudo encontra-se regionalmente inserida no domínio morfo-estrutural de bacias e coberturas sedimentares representado pelas seguintes regiões e unidades geomorfológicas: Depressão do Sudeste Catarinense (Unidade Geomorfológica Depressão da Zona Carbonífera Catarinense); Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina (Unidade Geomorfológica Patamares do Alto Rio Itajaí) e Planalto das Araucárias (Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral).

A área em foco se encontra localmente encravada na Unidade Geomorfológica Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, posicionada no extremo sul de Santa Catarina esta unidade 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, ocupa uma área de 1.659 km² sendo as principais cidades localizadas nesta unidade são: Orleans, Lauro Müller e Criciúma.

O relevo mostra duas feições bem marcantes, da cidade de Treviso 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.



Figura 44 - Ao fundo a Serra Geral com relevo colinoso e 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. Em primeiro plano as formas são côncavo-convexas com vales abertos e disseminados relevos residuais de topo plano, mantidos por rocha mais resistentes e remanescentes de antiga superfície de aplanamento.

Fonte: Geológica (2015)



De Treviso para o oeste as formas são côncavo-convexas com vales abertos e disseminados relevos residuais de topo plano, mantidos por rocha mais resistentes e remanescentes de antiga superfície de aplanamento, fazendo parte da unidade geomorfológica patamares da serra geral. Na área da mina as feições colúvio-aluvionar encontram-se presentes, os rios que drenam esta unidade direcionam-se para leste e apresentam-se geralmente encaixados; o padrão de drenagem é do tipo subparalelo.

Mais precisamente, a área de estudo encontra-se inserida na Cristas e Mesas da Zona Carbonífera Catarinense. Esta unidade geomorfológica ocupa uma expressiva porção do divisor entre as bacias dos rios Araranguá e Urussanga e abrange as cabeceiras de drenagem dos afluentes da margem direita do rio Mãe-Luzia (Rio Pio, Rio Manin). Caracteriza-se por um relevo de platôs com alta densidade de drenagem, ou elevações isoladas de rochas básicas mantidos por erosão diferencial, que se elevam sobre a superfície colinosa da Depressão Periférica da Zona Carbonífera Catarinense.

A geração destes baixos planaltos está diretamente correlacionada a processos de intrusão tabular de rochas vulcânicas por entre o pacote sedimentar Permo-Carbonífero primeiramente descrito por Almeida (1952). Concomitantemente à fase de derrames basálticos que originaram a Formação Serra Geral, injeções de magma penetraram, de forma sub-horizontal, planos de fraqueza no acamadamento dos pacotes sedimentares, também conhecido como *trapp*. Tal fenômeno gerou uma série de afloramentos de rochas básicas, sob forma de *sills*, em meio à sequencia sedimentar Triássico-Paleozóica. No topo desses platôs são mapeadas, portanto, rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (Almeida, 1952; Horbach, 1986; Krebs, 2004).

As formações Estrada Nova e Rio do Rasto, que representam o topo da sequência deposicional permiana afloram, preferencialmente, nas vertentes declivosas das mesas basálticas ou em terrenos mais dissecados da superfície dos platôs. Estes platôs, coloquialmente denominados de *montanhão*, pela população local, caracterizam-se por típicas mesas de grandes dimensões, alçadas em cotas que variam de 400 a 600 metros. Apresentam topos planos ou incipientemente sulcados por uma de drenagem de baixa densidade.

Por outro lado, são delimitados por escarpas abruptas que, por vezes, comportam-se de forma escalonada por uma ou duas sequencias de degraus litoestruturais, mantidos por cornijas de diabásio ou basalto. Tais degraus, em geral,



evidenciam a ocorrência de outros *sills* de rochas vulcânica em meia encosta, formando patamares litoestruturais.

Os desnivelamentos totais das mesas basálticas são expressivos, na faixa de 300 ou 400 metros e as vertentes muito íngremes, com gradientes entre 30° e 45°.

Os padrões de relevo predominantes nesta unidade geomorfológica consistem, portanto, de superfícies estruturais conservadas (Dp), ou ligeiramente reafeiçoadas (Dp11; Dp21) e degraus e escarpa de borda de planalto (De35; De45), com vertentes muito íngremes e alta densidade de drenagem. Uma série de elevações em forma de morros ou cristas isoladas e alinhamentos serranos (Da43; Da45; Da54; Da34; Da35), tais como o Morro Esteves, a serra de Maracajá, o Espigão da Toca e o Morro do Barro Vermelho apresentam desnivelamentos consideráveis entre 50 e 300 metros e vertentes íngremes e escarpadas com declividades superiores a 45°, e, por vezes, constituídas por paredões rochosos subverticais. Sua gênese é similar às das mesas basálticas, sustentadas por intrusões de rochas vulcânicas e também foram agrupadas nesta unidade geomorfológica. Krebs (2004) classificou como uma estrutura vulcânica tipo *neck*, o material rochoso que originou a serra de Maracajá.

Assim como na Depressão da Zona Carbonífera desenvolvem-se solos profundos, de baixa fertilidade natural e horizonte B textural, tais como os Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos e os Podzólicos Latossólicos Vermelho-Amarelos álicos de textura média à argilosa. Todavia, ocorre um predomínio de solos de textura argilosa a muito argilosa, destacando-se a Terra Roxa Estruturada distrófica e os Cambissolos Húmicos álicos (Ker *et al.*, 1986), principalmente sobre os terrenos embasados pelos derrames básicos. A vegetação original foi praticamente toda substituída por atividades agropastoris, com destaque para a silvicultura de eucalipto (Goulart & Jacques, 2005).

4.4.3.6 Aspectos Geológicos Estruturais da Jazida

O modelo estrutural da jazida do Projeto Mina Rio Pio foi elaborado a partir da interpolação da altitude da lapa da camada Barro Branco de furos de sondagem, abrangendo a totalidade da área do Projeto Mina Rio Pio.

Como se observa no modelo estrutural em 3D representado na Figura 45 e na Figura 46, a Mina Rio Pio está compartimentada num mosaico de blocos afundados e soerguidos por dois sistemas de falhas orientadas nas direções N20-60°E e N65-80°W. O mergulho da lapa da camada Barro Branco ocorre, preferencialmente, na direção SW com inclinações que variam de 4° a 6°.

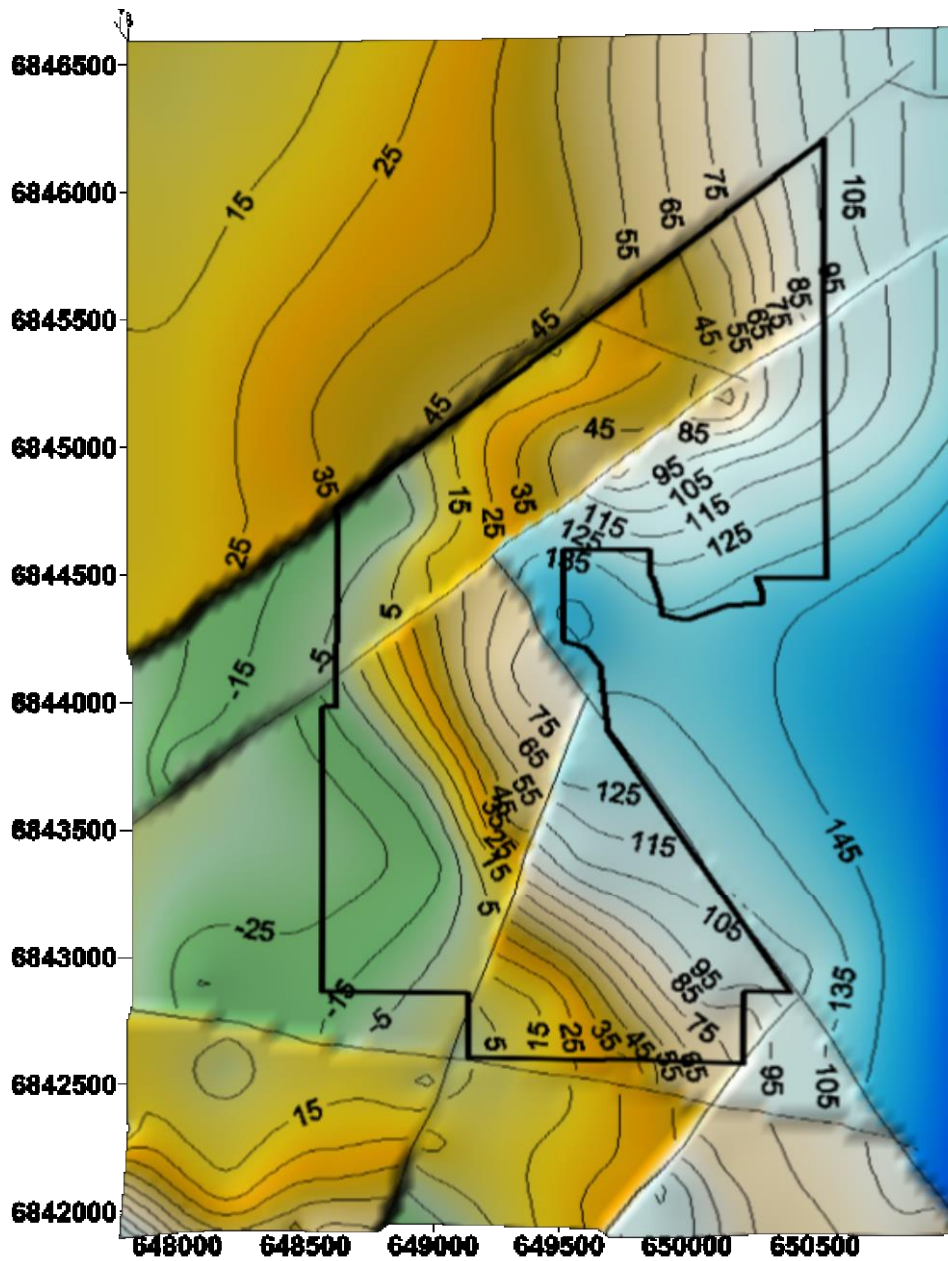


Figura 45 - Modelo estrutural da lapa observado no sentido norte-sul.
Fonte: Geológica (2015)

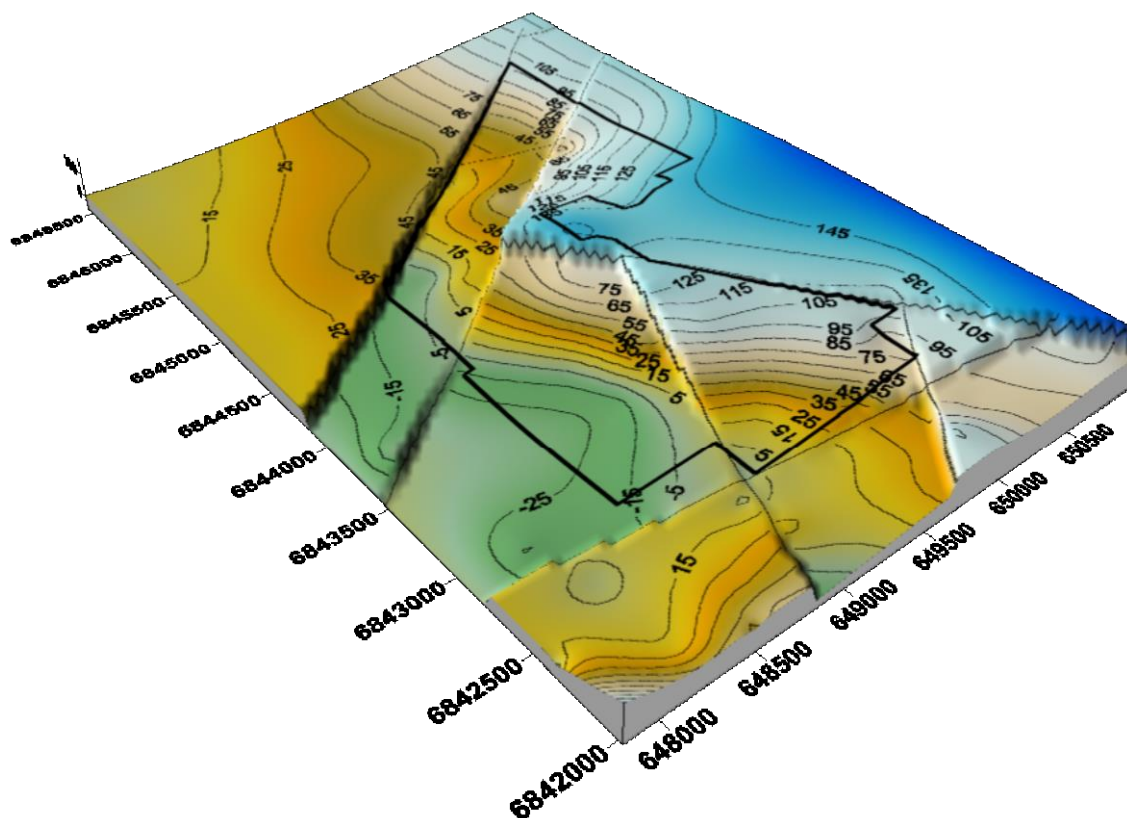


Figura 46 - Modelo estrutural da lapa observado no sentido de sudoeste para nordeste.
Fonte: Geológica (2015)

As zonas de falhas foram inferidas considerando-se as discontinuidades evidenciadas pelas diferenças das cotas da lapa nos furos de sondagem, conjuntamente, com a projeção de zonas de falhas conhecidas da mina Esperança da Carbonífera Metropolitana e das minas Morosini e Cantão Norte da Carbonífera Belluno, situadas ao norte e a leste, respectivamente. As projeções das zonas de falhas conhecidas a partir das áreas mineradas permitem o reconhecimento do arcabouço estrutural encontrado na região de Treviso, ficando evidenciado que o sistema NE reúne as zonas de falha com maior densidade e continuidade constituindo-se o principal sistema de falhas local. Na região norte da mina Rio Pio esse sistema está representado por um bloco afundado de grande extensão na direção SW (Figura 45 e Figura 46).

As falhas do sistema NW são descontínuas e truncadas pelas falhas do sistema NE. A principal falha associada a esse sistema está orientada segundo a direção N35°W, na qual se encontra encaixado o leito do rio Pio em seu baixo curso. No bloco soerguido dessa falha a camada Barro Branco foi minerada a céu aberto pela Carbonífera Treviso.



No bloco delimitado por falhas dos dois sistemas situado na região SW do perímetro da mina Rio Pio encontra-se uma estrutura em forma de bacia com flanco soerguido na direção da falha do rio Pio. Essa estrutura é semelhante a encontrada na Unidade Mineira IV-Volta Redonda, da Carbonífera Criciúma, na qual há um desnível na lapa de 50 metros entre a borda e o eixo da bacia sem a ocorrência de falhas. Assumindo-se a projeção desse condicionamento estrutural para a região norte da mina Volta Redonda é possível admitir que as falhas inferidas da mina Rio Pio possam apresentar rejeitos verticais menores do que aqueles indicados pelos furos de sondagem ou ainda nem mesmo apresentarem descontinuidades, sendo então os desníveis a representação dos flancos da bacia (rampas) onde a lapa da camada apresenta mergulho acentuado.

Vale ressaltar que essa estrutura corresponde ao local da jazida onde ocorrem as maiores espessuras da camada Barro Branco, podendo, ainda, em função da existência de bacia ou calha estrutural, apresentar potencial para ocorrência de outras camadas de carvão, notadamente, a camada Irapuá.

As curvas de contorno estrutural da lapa da camada de carvão Barro Branco representadas no mapa estrutural foram interpoladas com a metodologia da curvatura mínima. O programa Surfer® versão 10.0 foi utilizado no processo de interpolação o modelo de curvatura mínima.

Essa configuração estrutural, em blocos altos e baixos com rejeitos verticais de 14 até 50 metros mostrados nas seções estruturais AB e CD (Figura 48 e Figura 49), foi determinante para delimitar as áreas de lavra a céu aberto da camada Barro Branco nos terrenos situados às margens dos rios Pio e Mãe Luzia da lavra subterrânea no restante do perímetro projetado da Mina Rio Pio.

Em alguns blocos observam-se basculamentos pronunciados nas direções NW e SE associados com acentuações de mergulhos, possivelmente, formados por movimentos rotacionais ou associados com bacias estruturais como já descrito nos parágrafos anteriores.

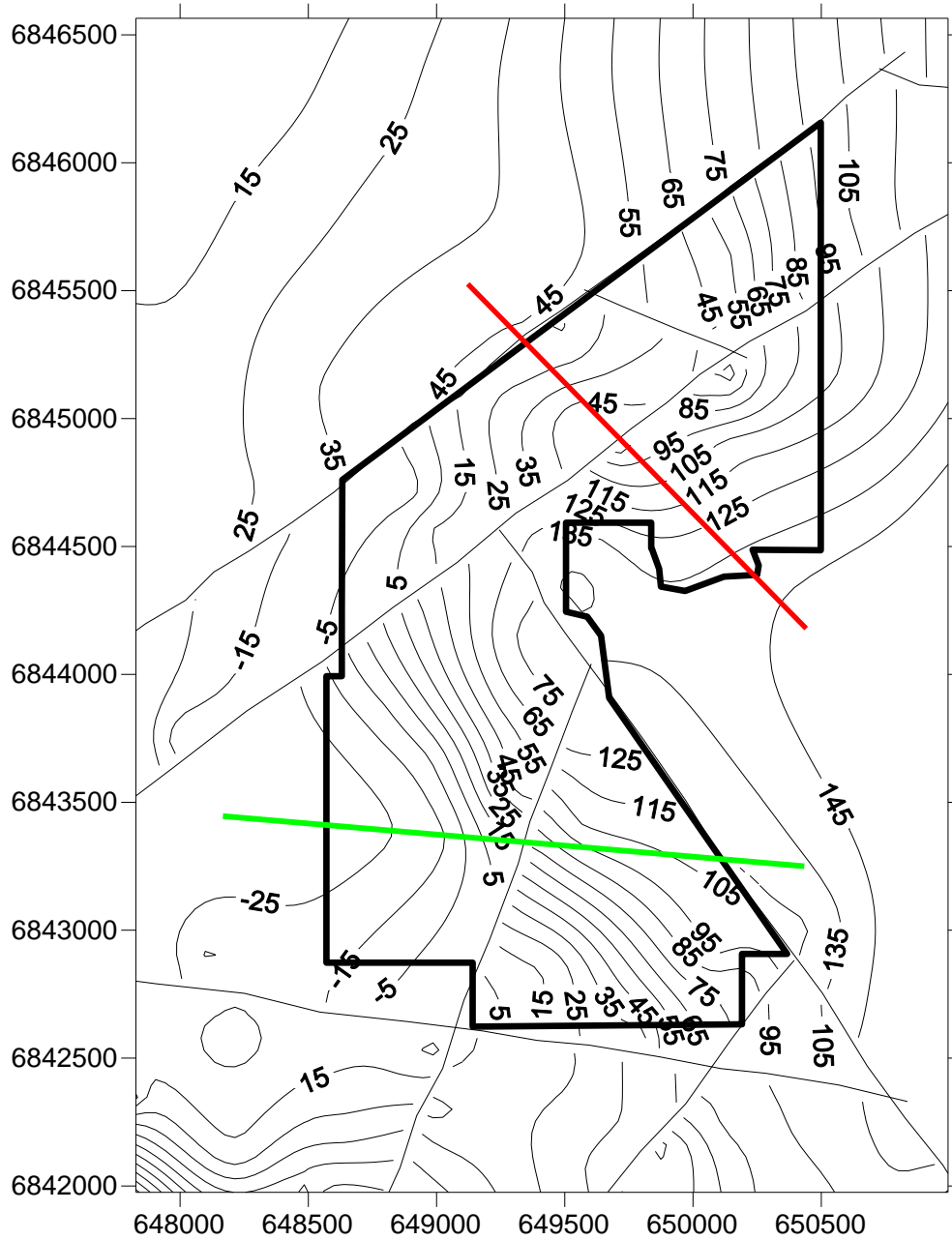


Figura 47 - Mapa estrutural da lapa da camada Barro Branco na Mina Rio Pio.

Legenda

Curva de contorno da lapa da camada Barro Branco 5

Falha inferida 

Seção Estrutural A  B / C  D

Fonte: Geológica (2015)

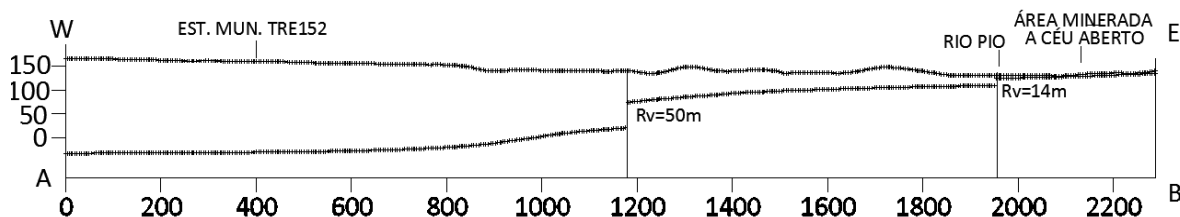


Figura 48 - Seção estrutural A-B (EH = EV).

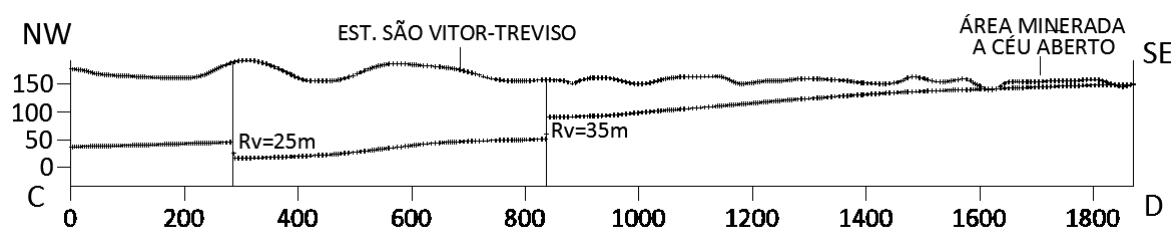


Figura 49 - Seção estrutural C-D (EH = EV).

Legenda

Lapa da camada de carvão Barro Branco ———

Falha inferida com rejeito vertical indicado (Rv) |

Fonte: Geológica (2015)

4.4.4 Hidrogeologia

O entendimento do regime de fluxo da água subterrânea é essencial para determinar o impacto da mineração nos sistemas aquíferos e no balanço hidrológico. A previsão dos impactos exige o conhecimento do fluxo da água subterrânea antes da mineração e o entendimento de como a mineração subterrânea poderá mudar, eventualmente, esse condicionamento.

Os sistemas de fluxo são definidos por suas áreas de recarga e descarga. A água subterrânea movimenta-se das áreas de recarga para as áreas de descarga, geralmente, de terrenos de topografia elevada para as regiões topograficamente deprimidas. As zonas de recarga e descarga têm assinaturas peculiares que são independentes do sistema de fluxo.

Nas áreas de recarga, a carga hidráulica diminui com a profundidade causando um fluxo descendente; enquanto nas áreas de descarga, a carga hidráulica aumenta com a profundidade causando um fluxo ascendente. Os sistemas de fluxo podem ser classificados como locais, intermediários e regionais como mostra o desenho esquemático da Figura 50.

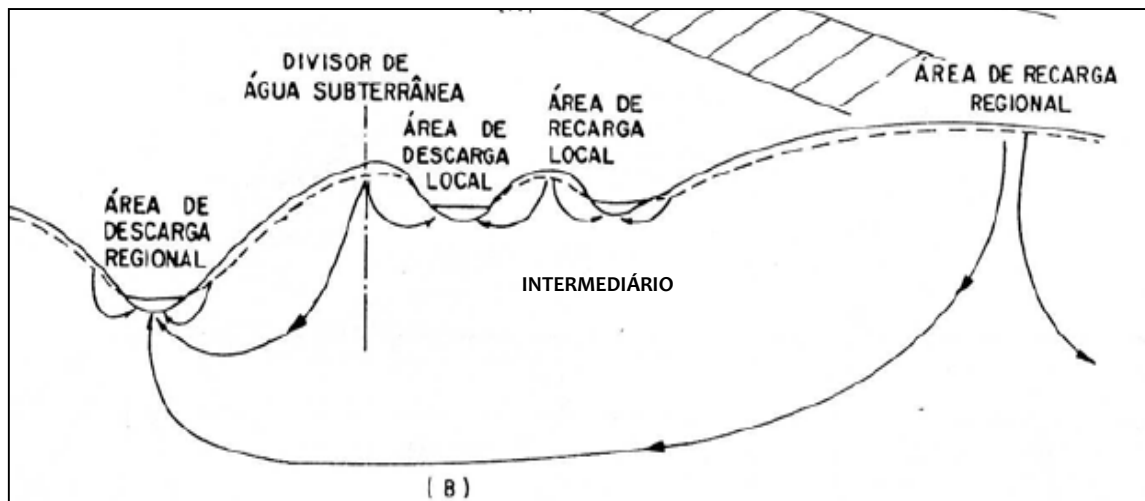


Figura 50 -Desenho esquemático mostrando os diferentes sistemas de fluxo da água subterrânea.

Fonte: CLEARY, R. W. (2007)

O desenho mostra os diferentes sistemas de fluxo da água subterrânea em áreas de recarga e descarga. As setas indicam os sistemas de fluxo próximo à superfície representando o sistema freático; em posição mediana o sistema intermediário e na base do perfil, o sistema regional.

Em qualquer ponto há um único sistema de fluxo, local, intermediário ou regional. Contudo pode haver múltiplos sistemas de fluxo em diferentes níveis, definidos por múltiplas áreas de descarga entre os sistemas local e regional.

Os fundos dos vales representam as áreas de descarga dos sistemas local e intermediário das sub-bacias como as existentes nos vales dos rios do Pio e Mãe Luzia. As áreas topograficamente elevadas representam as áreas de recarga do sistema de fluxo superficial.

O desenho mostra que o fluxo ocorre tanto na direção vertical quanto na direção horizontal e que uma parte da água de circulação superficial recarrega o sistema profundo (intermediário e regional).

A transmissão da água subterrânea ocorre onde o aumento da permeabilidade lateral elimina a propriedade confinante das unidades aquíferas subjacentes, resultando em drenagem livre e formando as nascentes.

Na área do projeto da Mina Rio Pio a hidrogeologia é representada por um sistema de fluxo subsuperficial ou freático e profundo da água subterrânea. Esse sistema é formado por 4 aquíferos relacionados com as formações geológicas presentes, distinguindo-se pelas características hidrogeológicas resumidas na Tabela 13.



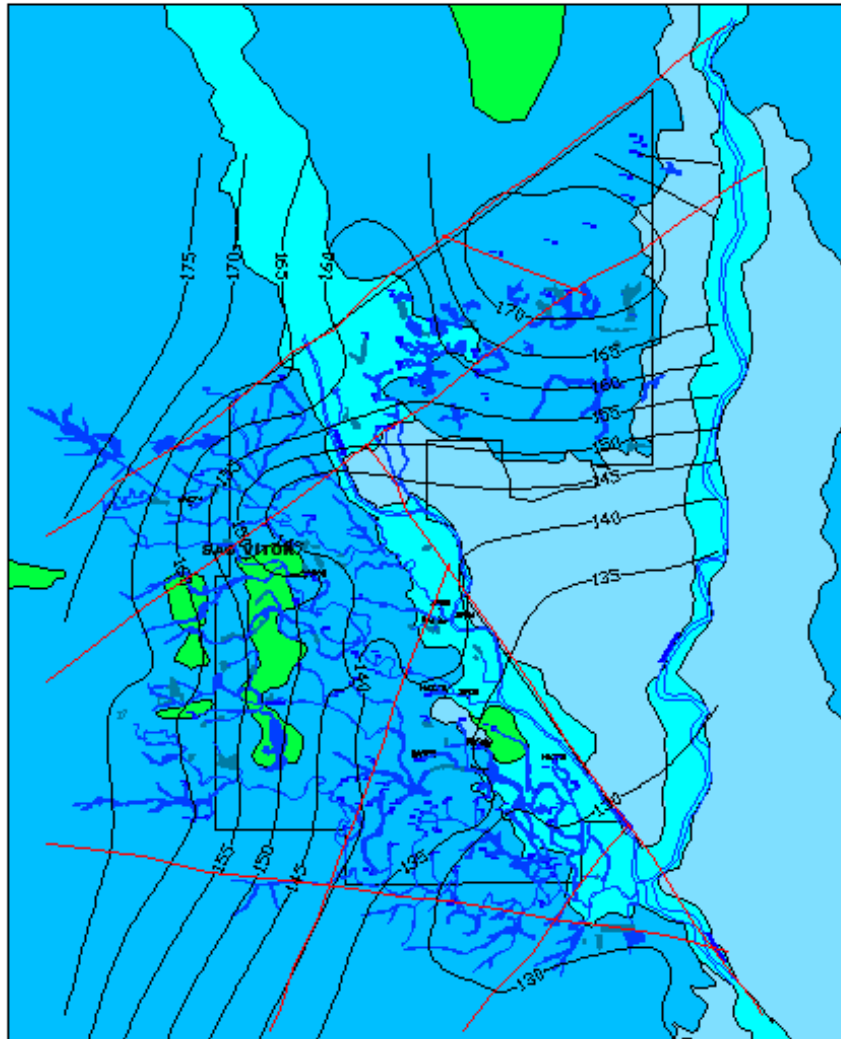
Tabela 13 -Descrição dos sistemas aquíferos na área da Mina Rio Pio

HIDROESTATIGRAFIA	CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA
Aquífero relacionado aos Depósitos Aluviais.	Aquífero com porosidade intergranular, extenso, livre. Depósitos Inconsolidados, litologicamente heterogêneos.
Aquífero relacionado às Formações Irati e Palermo.	Aquífero com porosidade, principalmente, intergranular e, eventualmente de fratura. Coeficiente de permeabilidade vertical muito baixo. Extenso, livre na maior parte da área. Camadas de arenitos finos, lenticulares, com argilitos, siltitos e folhelhos. Intercalam-se lentes calcíferas e sills de diabásio.
Aquífero relacionado à Formação Rio Bonito.	Aquífero com porosidade, principalmente, intergranular e eventualmente de fratura. Extenso e confinado na maior parte da área. Quando próximo a falhas geológicas comporta-se como aquífero fraturado. Arenitos cinza-esbranquiçados finos a grossos, siltitos, folhelhos escuros carbonosos e camadas de carvão.
Aquífero relacionado à Formação Serra Geral	Fraturado e/ou intergranular quando alterado. Soleiras de diabásio que sustentam a topografia local, encaixadas no intervalo estratigráfico da Formação Irati.

O sistema de fluxo é definido por suas áreas de recarga, circulação e descarga. Na área da Mina Rio Pio, a água subterrânea de fluxo freático movimentase das áreas de recarga situada na região norte onde estão localizados os terrenos de topografia elevada para as zonas de descarga representadas pelas nascentes e banhados, os quais formam a rede de drenagens secundária que demandam aos rios Pio e Mãe Luzia.

O fluxo e a transmissão da água subterrânea em nível profundo ocorrem de forma livre nas áreas expostas da Formação Rio Bonito tanto através dos afloramentos que acompanham a sub-bacia do rio Mãe Luzia quanto das áreas expostas pela mineração a céu aberto que se estendem também à sub-bacia do rio Pio.

O mapa hidrogeológico em apêndice e o seu esboço representado na Figura 51 apresentam as unidades hidroestratigráficas que ocorrem na área da Mina Rio Pio, mostrando através das linhas equipotenciais que o aquífero freático tem sua recarga situada na região N-NW e a descarga no rio Pio e no rio Mãe Luzia, principalmente, junto à confluência desses rios, situada na região sudeste da área estudada.



LEGENDA


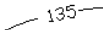




-  PERÍMETRO DA MINA RIO PIO
-  LINHAS EQUIPOTENCIAIS AQUIFERO FREÁTICO
-  RIO/DRENAGEM PRINCIPAL (PERENE)
-  FALHA INFERIDA
-  CONTATO HIDROGEOLÓGICO DEFINIDO
-  NASCENTE

Figura 51 - Esboço do Mapa Hidrogeológico da Mina Rio Pio.
Fonte: Geológica (2015)



4.4.4.1 Sistema de Fluxo Freático

O movimento da água no aquífero freático é controlado pela topografia, deslocando-se a água entre os níveis de maior e menor carga hidráulica, como está demonstrado no mapa hidrogeológico em apêndice, com descarga final os rios do Pio e Mãe Luzia.

O perfil geológico no qual circula a água do aquífero freático é formado por camada de solo arenoso, silte arenoso e argila arenosa, os quais compõem o manto de alteração residual das Formações Serra Geral, Irati, Rio Bonito e Palermo.

A percolação da água de precipitação que é a fonte de recarga desse sistema ocorre, preferencialmente, na zona de contato da zona de alteração com o maciço rochoso, infiltrando nas direções vertical e horizontal no meio poroso ou migrando para a zona fraturada subjacente.

A espessura do perfil litológico onde circula a água subterrânea de fluxo freático é variável, de acordo com análise feita nos perfis dos furos de sondagens disponíveis. A espessura média em cada unidade hidroestratigráfica é a seguinte:

- Cobertura aluvionar quaternária: 4,80 m
- Formação Serra Geral: 3,74 m
- Formação Irati: 16,83 m
- Formação Palermo: 14,77 m
- Formação Rio Bonito: 13,52 m

A descarga da água subterrânea de fluxo freático ocorre na superfície através das nascentes e a despeito da representação pontual nos mapas de superfície e hidrogeológico, o que ocorre é uma multiplicidade de nascentes, as quais formam as drenagens que compõem a hidrografia local.

A recarga nesse aquífero ocorre por infiltração direta da água da chuva formando uma camada contínua saturada até a zona de contato com o maciço rochoso.

As nascentes levantadas caracterizam-se pelo pequeno volume de água, ocorrendo de forma difusa em diversos pontos ao longo de uma mesma linha de drenagem e dos banhados.

Abaixo do manto de alteração que constitui o meio poroso intergranular ocorrem juntas de extensão abertas e descontínuas em profundidade, as quais, juntamente, com as estruturas relacionadas com o processo de sedimentação (planos de estratificação) constituem o meio poroso fraturado formado através de uma rede de planos conectados que possibilitam o fluxo da água subterrânea.



O fluxo da água subterrânea freática representado no mapa potenciométrico foi determinado por interpolação com o método de curvatura mínima da altitude de 122 nascentes (Figura 52).

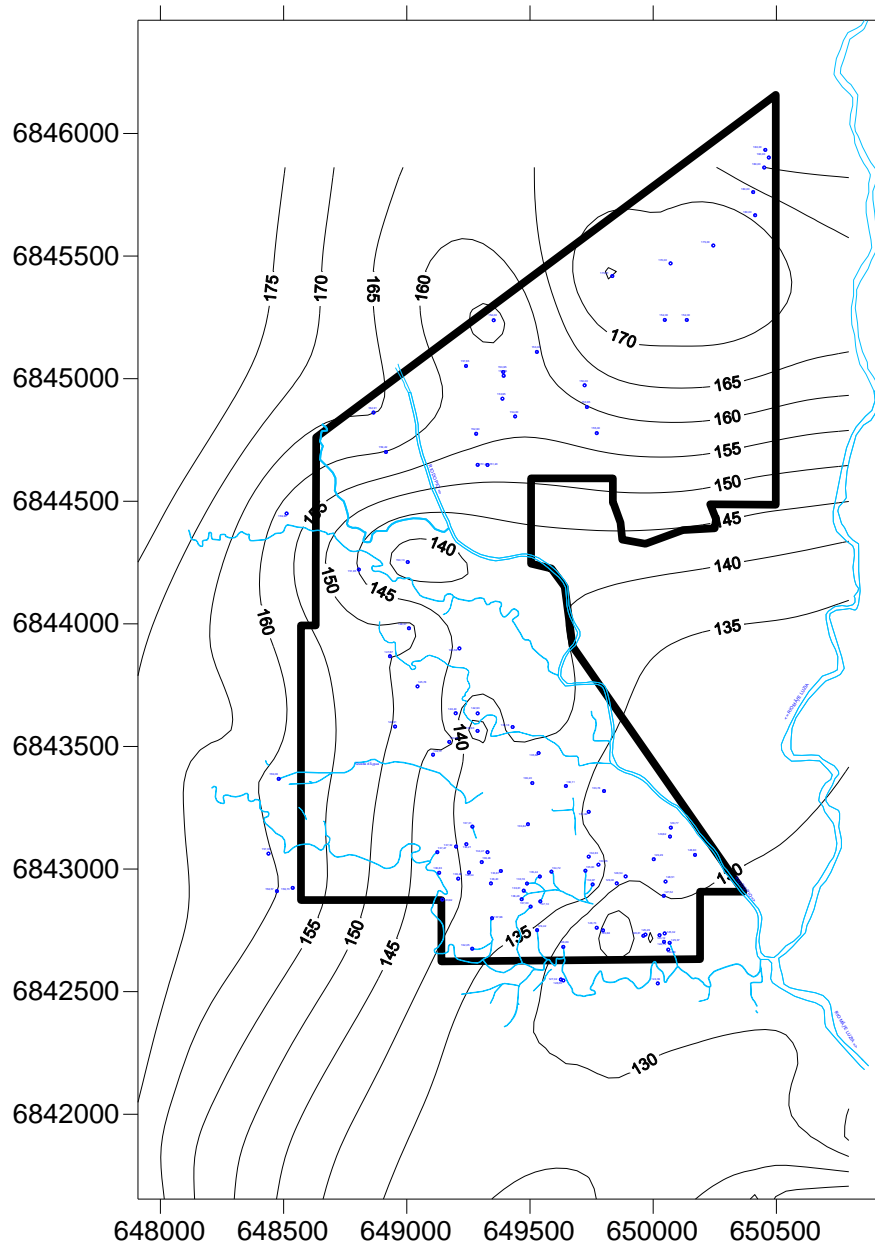


Figura 52 -Esboço do mapa potenciométrico do aquífero de fluxo freático.
Fonte: Geológica (2015)

Legenda

Linha equipotencial 150

Drenagem perene

Nascentes





4.4.4.2 Sistema de Fluxo Profundo

O aquífero profundo é representado pela água subterrânea com fluxo situado abaixo da zona de alteração até a sequência superior da Formação Rio Bonito que corresponde ao teto principal e imediato da camada de carvão Barro Branco. Não foram identificadas nascentes desse aquífero na área estudada. Caracteriza-se por se encontrar confinado e apresentar extensa zona de recarga situada na faixa de afloramentos que acompanha parte dos cursos dos rios do Píó e Mãe Luzia onde aflora a Formação Rio Bonito. O confinamento é estabelecido pela cobertura de folhelhos e siltitos das Formações Irati e Palermo, cuja espessura varia de 15 até 162 metros.

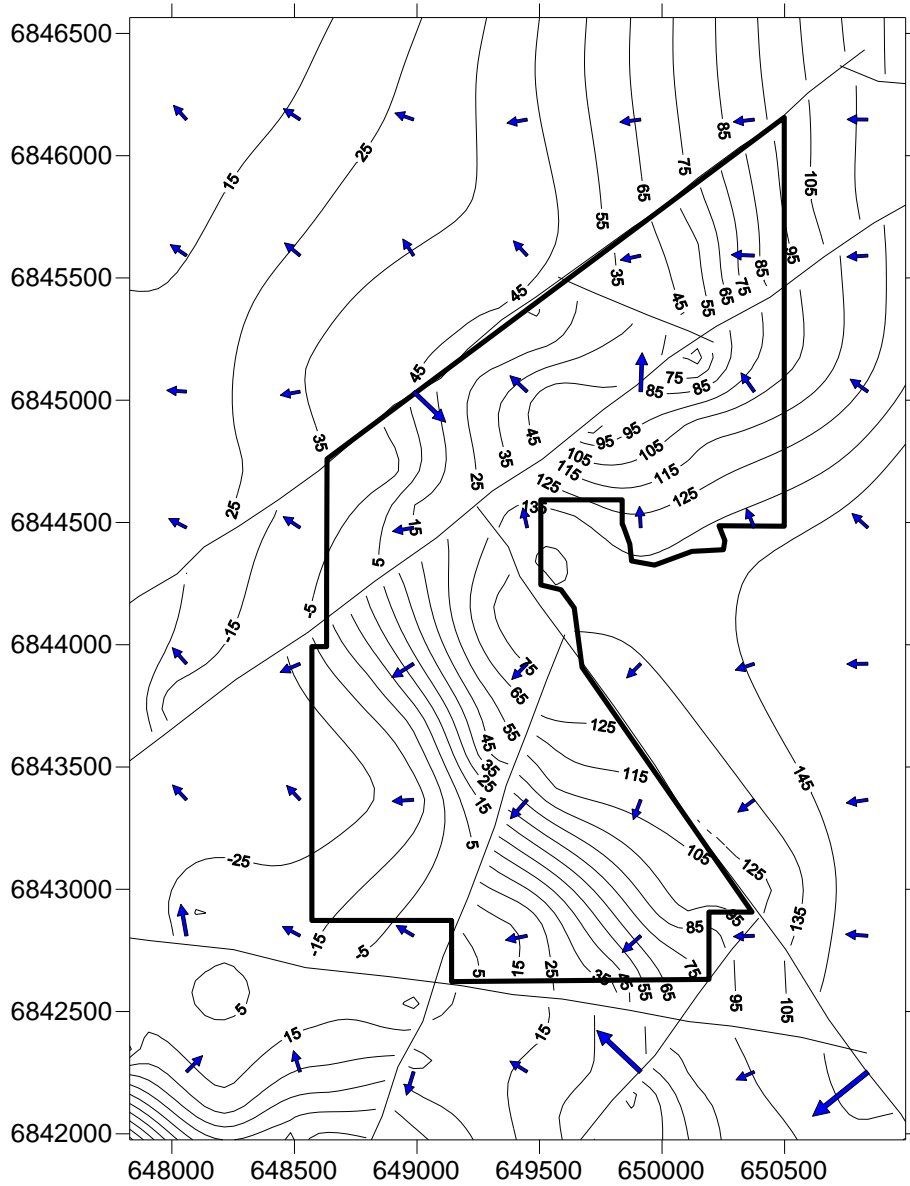
O fluxo da água subterrânea é controlado por estruturas geológicas sub-horizontais e verticais. No caso específico do fluxo associado à Formação Rio Bonito da área em tela a transmissão da água pode ocorrer nos planos de estratificação, disjunções horizontais e verticais e zonas de falhas permeáveis (abertas).

Como a permeabilidade vertical é muito baixa tanto nas formações confinantes como na cobertura imediata da camada de carvão Barro Branco, o fluxo da água vertical é desprezível, razão pela qual a origem da água nesse sistema é a infiltração direta do sistema superficial em zonas de falha/fratura e a recarga regional que ocorre, principalmente, nas áreas aflorantes do intervalo superior da Formação Rio Bonito.


O fluxo da água é controlado pelo condicionamento estrutural da lapa, sendo que o sua direção e sentido foram determinados a partir da interpolação da altitude da base (lapa) da camada de carvão Barro Branco.

O mapa mostra que o movimento da água em nível profundo ocorre segundo a direção preferencial de NE para SW, acompanhando o mergulho da lapa da camada Barro Branco. No entanto, verificam-se também fluxos locais no sentido SE para NW que são controlados pelas inversões de mergulho das camadas resultantes do movimento rotacional entre os blocos falhados e forma convergente para uma calha estrutural modelada na região SW da Mina Rio Píó (Figura 53).

No meio ambiente profundo o tempo de residência da água subterrânea pode variar na escala de anos, décadas ou séculos e não apresenta descarga nas fontes que alimentam as drenagens e nem nos rios do Píó e Mãe Luzia dentro dos limites da área estudada.



Legenda

Curva de contorno estrutural da lapa da camada Barro Branco 

Falha inferida 


Direção e o sentido de fluxo da água do Aquífero Profundo 

Figura 53 - Esboço do mapa potenciométrico do aquífero de fluxo profundo.



Análise de Condutividade Hidráulica

O movimento da água subterrânea no meio geológico é caracterizado pela condutividade hidráulica (permeabilidade) que pode ser primária ou secundária. A permeabilidade primária está relacionada com o movimento da água através dos espaços intergranulares enquanto na secundária esse movimento é realizado através das descontinuidades estruturais sejam elas diagenéticas (planos de estratificação) ou tectônicas (juntas ou fraturas e falhas).

As fraturas abertas verticais e as estruturas relacionadas com o processo de sedimentação (planos de estratificação) constituem uma rede de planos conectados que podem possibilitar o fluxo da água subterrânea.

A condutividade hidráulica em rochas sedimentares está relacionada com a heterogeneidade da constituição litológica, com a presença ou não de estruturas sedimentares e com a conectividade ou a não das fraturas. Em razão disso, num mesmo perfil hidroestratigráfico uma única unidade litológica, tal com um folhelho, um arenito ou um siltito pode ser caracterizada como um aquífero ou como um aquífero dependendo da permeabilidade. Na área em tela, as litologias que formam a cobertura da camada de carvão Barro Branco não possuem permeabilidade primária e o fluxo da água se deve à permeabilidade secundária.

Condutividade Hidráulica Vertical

A condutividade hidráulica é o principal parâmetro hidrodinâmico das águas subterrâneas à medida que controla o fluxo da água no meio geológico. Para a caracterização da condutividade hidráulica foram realizados ensaios no laboratório de mecânica dos solos da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina com testemunhos de sondagem de furos realizados pela Carbonífera Criciúma S.A. na área em tela. Nos ensaios foram analisados os testemunhos de sondagem dos furos PmVRN3C e PmVRN5B.

Os ensaios compreenderam amostras do perfil geológico local incluindo o folhelho preto da Formação Irati, o siltito cinza com lentes de arenitos da Formação Palermo e os arenitos e siltitos da cobertura da camada de carvão Barro Branco.

Os resultados resumidos na Tabela 14 mostram que a permeabilidade vertical varia de $9,90 \times 10^{-8}$ cm/s a $7,70 \times 10^{-10}$ cm/s, enquanto a porosidade efetiva das amostras foi quantificada entre 2,5% e 7,8%, ou seja, os maciços da cobertura e da camada de carvão são impermeáveis na direção vertical.



Esses resultados mostram que o fluxo da água subterrânea nos níveis freático e profundo só ocorre através das discontinuidades representadas, principalmente, pelas zonas de fraturas e falhas quando essas apresentarem conectividade hidráulica.

Em se tratando de permeabilidade secundária deve-se considerar que o movimento da água ocorrerá quando os planos das discontinuidades estiverem abertos e interligados entre si, ou seja, o fato de haver fraturas e planos de estratificação não significa, necessariamente, que o maciço seja permeável, pois se trata de um meio tipicamente anisotrópico e heterogêneo.

Tabela 14 - Resumo dos resultados dos ensaios de permeabilidade vertical com testemunhos de sondagem.

Descrição	Coefficiente de permeabilidade vertical (cm/s)	Porosidade efetiva (%)
Folhelho preto, maciço. Formação Irati	$7,70 \times 10^{-10}$	6,9
Siltito arenoso verde escuro. Formação Palermo	$1,33 \times 10^{-9}$	5,7
Arenito fino, branco, consistente. Formação Rio Bonito.	$1,05 \times 10^{-9}$	2,5
Arenito médio, branco, consistente, Formação Rio Bonito.	$9,90 \times 10^{-8}$	3,1
Siltito arenoso, cinza com nódulos de pirita. Formação Rio Bonito.	$3,68 \times 10^{-10}$	7,8

Fonte: UFSC (2009)

Condutividade Hidráulica Horizontal

A determinação da condutividade hidráulica horizontal foi realizada através de teste de campo com a metodologia proposta por Hvorslev (1951) e descrita em nota técnica da EPA (1994).

O teste realizado no poço FBME09 da Carbonífera Belluno Ltda., localizado na sub-bacia do Rio Morosini e no mesmo contexto hidrogeológico, objetivou à determinação da permeabilidade horizontal que é o principal parâmetro utilizado na modelagem de fluxo da água subterrânea.



O teste de permeabilidade envolve a injeção e a retirada de um cilindro de volume conhecido num poço monitor construído conforme a norma ABNT 15.491-1/2007. Esse teste se fundamenta na medida da recuperação do nível da água subterrânea elevado artificialmente pela injeção do cilindro.

As vantagens desse teste estão centradas no fato de ser feito no campo, evitando-se as incorreções que ocorrem na medida da permeabilidade feita em laboratório em razão das limitações determinadas pelo tamanho, deformações causadas pela retirada da amostra e impossibilidade de medir as variações decorrentes da heterogeneidade quando se trata, principalmente, de sequências sedimentares.

A condutividade hidráulica horizontal determinada no Slug Test (Figura 54) foi de $5,85 \times 10^{-4}$ cm/s, o que pode ser considerado como um aquífero de baixa permeabilidade de acordo com a concepção de Belincanta (2009).

Com a determinação da condutividade hidráulica é possível calcular a velocidade de fluxo da água subterrânea, o tempo de residência e ciclo de descarga para a rede hidrográfica. O cálculo da velocidade de escoamento da água subterrânea se baseia na equação de Darcy:

$V = K \times dh / ne \times L$, onde K = condutividade hidráulica, ne = porosidade efetiva, dh = diferença da carga hidráulica potencial e L = distância do escoamento entre pontos de cargas hidráulicas conhecidas ou entre linhas equipotenciais.

Para o cálculo das velocidades além da porosidade efetiva e da condutividade hidráulica, utilizaram-se as linhas potenciométricas do mapa hidrogeológico, tomando-se a distância perpendicular às linhas equipotenciais e a correspondente diferença de carga hidráulica (dh).

Assumindo-se que o aquífero superficial é isotrópico e homogêneo, ou seja, possui a mesma condutividade hidráulica e porosidade efetiva, a velocidade de escoamento da água subterrânea dependerá do gradiente hidráulico (dh/L).

Velocidade da Água Subterrânea de Fluxo Superficial na Seção Geológica AB
L = 2141 m (distância linear entre as zonas de recarga e descarga no rio do Pio)

$$K = 5,85 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$ne = 0,20 \text{ (dado de tabela)}$$

dh = 30 m (diferença de carga hidráulica entre as linhas equipotenciais de 135 e 165 m)

$$V_{AB} = 5,85 \times 10^{-4} \times 30 / 0,20 \times 2141 = 4,09 \times 10^{-5} \text{ cm/s ou } 0,035 \text{ m/dia.}$$



Considerando essa velocidade de percolação, o tempo necessário para a água subterrânea percorrer a distância compreendida entre a zona de recarga e a descarga no rio do Pio é de 166 anos.

À exceção da porção localizada na região sudoeste da área não ocorrem variações pronunciadas no gradiente hidráulico, razão pela qual se considera como velocidade linear média de percolação o valor determinado com os dados especificados no cálculo acima na direção NW-SE alinhada com a direção e sentido de fluxo da água subterrânea.

O modelo geológico estrutural é o arcabouço do modelo hidrogeológico, representando-se o fluxo através dos mapas potenciométricos, os quais abrangem, integralmente, o perfil hidrogeológico desde a superfície até a camada de carvão Barro Branco.

O modelo conceitual adotado para a Mina Rio Pio mostra que não há conexão entre os níveis de fluxos freático e profundo da água subterrânea no perfil hidrogeológico local. Isso decorre do confinamento promovido por camadas de baixa condutividade hidráulica vertical.

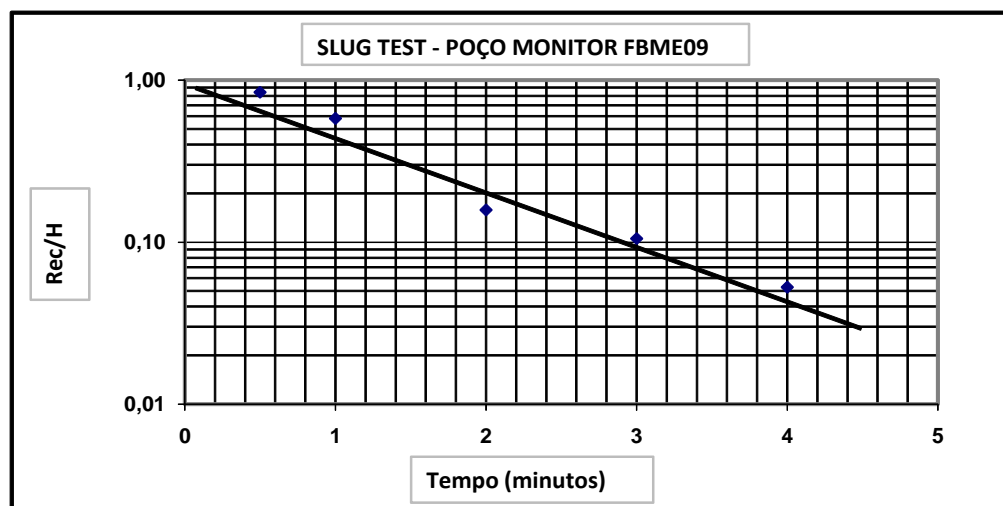
As camadas confinantes representadas pelas litologias das Formações Irati e Palermo e mesmo os arenitos e siltitos, que formam a cobertura imediata da camada de carvão Barro Branco, são impermeáveis na direção vertical.



SLUG TEST POÇO MONITOR FBME09

NE 17,850 m H = 0,095 m (nível da água anterior a retirada do Slug)
 ND 17,945 m (NE = profundidade do nível estático)
 (ND = profundidade do nível dinâmico do SLUG)
 Rec = recuperação do nível estático

tempo (min)	ND (m)	Rec (m)	Rec/H	
0,5	17,930	0,0800	0,8421	Projeto: Mina Morozini Leste
1	17,905	0,0550	0,5789	Local: Morozini, Município de Treviso/SC
2	17,865	0,0150	0,1579	Data: 13/08/2009
3	17,860	0,0100	0,1053	Hora: 14:30 às 15:30 hs
4	17,855	0,0050	0,0526	Profundidade do poço: 25,58 m
5	17,850	0,0000	0,0000	Profundidade do NA: 17,85 m
				Altitude da boca: 295,57 m
				Altitude do NA: 277,72 m
				Coordenadas UTM: 654.073,87 / 6.842.860,87



CÁLCULO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (Seg, Hvorslev 1951)

$t_0 = 1,3$ min tempo correspondente a 37% da recuperação em minutos
 $t_0 = 78$ seg tempo correspondente a 37% da recuperação em segundos
 $L = 300$ cm comprimento da seção filtrante incluindo pré-filtro
 $R = 3,75$ cm raio do poço
 $(L/R) = 80$
 $\ln(L/R) = 4,3820$
 $r = 2,5$ cm raio do revestimento
 $K = (r^2 \times (\ln L/R)) / (2 \times L \times t_0)$ (condutividade hidráulica)
 $K = 5,85E-04$ cm/s (condutividade hidráulica)

Sistema aquífero superficial: camada de colúvio formada por argila e blocos de diabásio. sobreposta ao maciço rochoso representado por siltitos fraturados da Formação Palermo.

Responsável técnico: geólogo Roberto Romano Neto

Figura 54 - Resultado do teste de estimação da condutividade hidráulica.

Fonte: Rubensam (EIA RIMA Morosini Leste,(2009)



Porosidade Intergranular da Cobertura Imediata da Camada de Carvão Barro Branco

Os estudos sobre a porosidade intergranular foram desenvolvidos pelo geólogo Édson Ávila a partir da análise petrográfica das mesmas amostras utilizadas para a determinação da permeabilidade vertical no laboratório de Mecânica dos Solos da Faculdade de Engenharia Civil da UFSC e que representam o perfil geológico local. O resumo dos resultados do referido estudo é apresentado a seguir para as análises petrográficas das amostras da Formação Rio Bonito. A descrição completa de todas as análises é apresentada no laudo em anexo.

Metodologia

A análise quantitativa da lâmina delgada foi baseada no método utilizado por Gazzi- Dickinson, que consiste nas contagens modais dos constituintes dedríticos. A análise da composição modal possibilita caracterizar a procedência dos constituintes dedríticos da rocha, e, ainda, permite identificar os processos diagenéticos que ocorreram ao longo da história do soterramento e a capacidade de armazenar água subterrânea.

As seções delgadas foram feitas com a aplicação de técnicas de impregnação com resina, no Laboratório de Petrologia da UNISINOS. O método de impregnação foi implantado após estudos bibliográficos, considerando principalmente as experiências do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT e Cesero et al.1989. Foram preparadas 2 lâminas com amostras de testemunhos de sondagem do furo PmVRN5B. Essas seções foram analisadas em microscópio com luz polarizada e refletida e fotografadas por câmera digital.

A impregnação consistiu na introdução de uma resina líquida com catalisador nos poros das rochas, mediante o uso de vácuo. A resina tem a propriedade de solidificar por polimerização, no interior dos poros, promovendo o endurecimento da rocha, que permite a confecção de seções delgadas. Para o preparo das cinco amostras, foram utilizados 52 ml de epóxi araldite (EP 1204), 10 ml de catalisador (EP 1204), 19 ml de álcool comum, corante azul corasol 6132 até atingir a coloração azul intenso. Cada amostra foi impregnada com resina epóxi azul que facilita o reconhecimento dos poros, segundo o procedimento descrito em De Césaro et al. (1989).

Para a realização da caracterização petrográfica dos arenitos utilizou-se a classificação granulométrica de Wentworth (1922, apud Folk, 1980) e textural de Folk (1980), sendo que a seleção foi classificada segundo Beard & Weil (1973).



O percentual de componentes detríticos e dos constituintes diagenéticos foi obtido por meio de análise em 300 pontos contados em seções nas lâminas delgadas. Os componentes detríticos discriminados foram quartzo monocristalino (Qm), quartzo policristalino (Qp), feldspato (F) e fragmentos líticos (L). A composição detrítica percentual foi registrada em diagrama de Folk (1968), a partir do qual se obteve a classificação da rocha.

O cálculo do índice de empacotamento é feito através da medição de parâmetros ao longo de uma transversal imaginária (linha horizontal do retículo), em imagem de seções delgadas (Figura 48). O índice de densidade de empacotamento (IPKd) foi definido como a razão entre o comprimento dos grãos do arcabouço ao longo desta transversal e o comprimento total da mesma, sendo os valores expressos em porcentagem. Quanto ao índice de proximidade de empacotamento (IPKp), proposto pelo autor, a medida obtida resulta da razão entre a soma do número de contatos entre grãos, ao longo de uma transversal, e o número total de grãos interceptados por ela, sendo o valor expresso também em porcentagem. Quanto maiores os valores percentuais dos índices de empacotamento de Kahn (1956), mais fechado se encontra o arcabouço da rocha.

O autor propôs que o índice de empacotamento (P), é dado pela equação:

$P = 100 \times q / n$, onde $q = n^{\circ}$ de contatos grão-grão e $n =$ total de contatos.

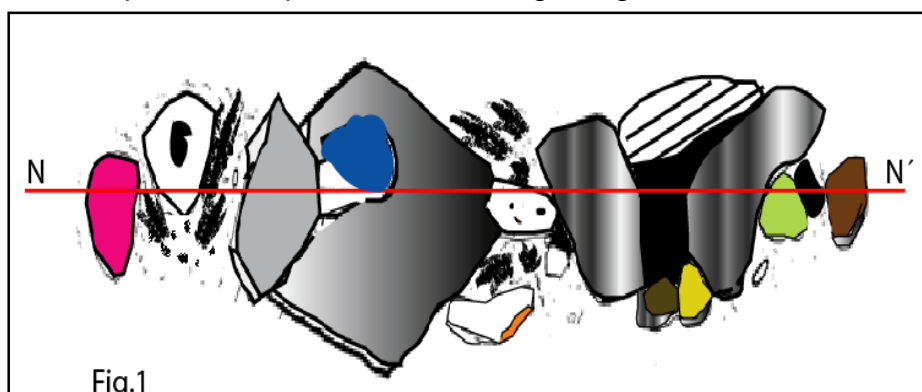


Figura 55: Metodologia para a determinação do índice de empacotamento.

A Figura 55 mostra a representação esquemática para o cálculo dos índices de densidade e proximidade de empacotamento de Kahn (1956). O índice de densidade de empacotamento corresponde à razão entre a soma dos comprimentos dos grãos (a1 a a9), ao longo da transversal (N-N'), e o comprimento total de N. O índice de proximidade de empacotamento é igual à razão entre o número de contatos grão-a-grão na transversal (um contato) e o número de grãos interceptados por ela (14 grãos). Neste exemplo o IPKd = 59,14% e o IPKp = 11,11%. Legenda: c:



cimento carbonático, s: cimento de quartzo, m: matriz, fundo preto: poro, triângulo: contato intergranular. Extraído de Kahn (1956).

Os intervalos utilizados para classificação dos resultados foram:

- (P<40) = empacotamento frouxo,
- (40<P<55) = empacotamento normal,
- (P>55) = empacotamento fechado.

Na avaliação da porosidade primária e secundária foi estudada a mineralogia resultante da diagênese que o processo resulta em mudanças físicas, químicas e biológicas que transformam um sedimento em rocha sedimentar e alteram suas propriedades. A diagênese não destrói as estruturas das rochas, mas pode modificar radicalmente a textura interna e a composição mineralógica.

Fundamentação Teórica do Processo de Compactação

A Formação Rio Bonito foi submetida ao processo compactação exercida pela pressão da coluna estratigráfica que compõe a Bacia Intracratônica do Paraná.

De acordo (Füchtbauer, 1967 apud Brazil, 2004) “o rearranjo textural essencialmente físico dos grãos, que ocorre desde a deposição, representa o processo de maior redução de porosidade. Este rearranjo (ou compactação mecânica), que ocorre desde o início do soterramento dos sedimentos (eodiagênese), atinge um máximo (em profundidades rasas) e diminui logo após (durante a mesodiagênese)”. Ainda segundo o autor acima a atuação da compactação mecânica concentra-se nos primeiros 1.000m de soterramento.

A compactação química engloba a dissolução de minerais sob pressão. Quando ocorre dissolução sob pressão, também chamada de compactação química, podem ocorrer vários tipos de feições, as quais dependem da escala do material analisado. Com o avanço do soterramento, a pressão por sobrecarga se concentra no contato grão-grão (Figura 56).

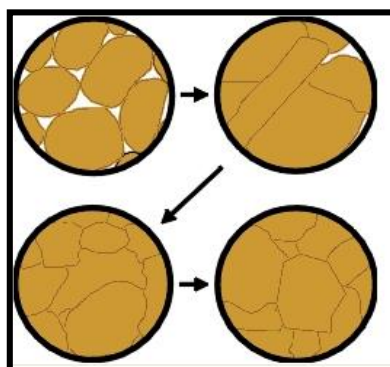


Figura 56: Desenho esquemático do processo de compactação química.



A compactação química predomina sobre a mecânica, de maneira geral, a partir dos 1.000 m de profundidade, afetando principalmente os arenitos mais finos e menos arredondados. Em virtude de existirem mais contatos intergranulares entre estes tipos de grãos, os mesmos mostram muito maior probabilidade de concentração de esforços e de, assim, sofrerem dissolução por pressão. Geralmente, esta fase é posicionada no início da mesodiagênese. (Apud Brazil, Füchtbauer (1967).

A compactação química gera uma importante fonte de sílica para o sistema, que se precipita principalmente como cimento de quartzo (crescimento sintaxial). Fato que é amplamente citado na literatura como, por exemplo, em Morad (1991), Wilson & Stanton (1994), De Ros (1985 e 2001).

A compactação química prevalece sob a compactação mecânica, pois, não se observam modificações em excesso nos aspectos físicos, tal como, a deformação ou quebra de grãos individuais.

Análise Petrográfica do Teto Imediato da Camada Barro Branco (Formação Rio Bonito)

A amostra é um siltito arenoso consistente, maciço de coloração cinza escura que ocorre no teto imediato da camada de carvão Barro Branco do poço PmVRN5B, entre 15,0 e 16,0 metros. Filmes de formato longitudinal de material branco se encontram disseminados, apresentando granulometria de areia muito fina e silte grosso.

Através da lâmina delgada se observa que a rocha é composta por grão detríticos de quartzo monocristalino (75%), pontualmente com extinção ondulante e homogênea, apresenta contato côncavo-convexo, suturado; grãos de plagioclásio (provavelmente oligoclásio) e ortoclásio, este conjunto representam (15%) e intraclastos lamosos orientados conforme a laminação, com diâmetro entre 1 e 4mm (5%).

Minerais secundários (5%) cristais de calcita, muscovita (sericita orientada definindo a laminação da rocha), anidrita e epidoto (traço) constituem o restante do corpo da rocha.

Com relação à forma das partículas efetuamos as medidas dos comprimentos relativos dos eixos médios, maiores e menores. As partículas são inequidimensionais, se apresentam nas formas alongadas, laminadas e não foram observadas graduação entre tais formas.



Com relação ao grau de desgaste das arestas, os minerais de feldspatos em razão da estrutura interna se apresentam de tamanhos mais reduzidos e angulosos do que o quartzo.

A esfericidade foi analisada em base a proposta de Powers (1953) as partículas detríticas variam de sub-angulares a sub-arredondadas. O grau de seleção das partículas foi definido como baixo a moderado.

Na amostra se observa que os grãos de quartzo são mais suscetíveis à dissolução química e desenvolvem contatos intergranulares côncavo-convexos e suturados. A dissolução por pressão possibilitou a cimentação por crescimento sintaxiais de quartzo. Os crescimentos sintaxiais desenvolveram-se em torno dos grãos de quartzo e comprometeram a porosidade e a redução da conexão entre os poros do pacote.

Os grãos de intraclastos lamosos são paralelos ao plano de estratificação e as micas (muscovita e sericita (mica hidratada) apresentam-se constantemente curvadas; contatos côncavo-convexos entre grãos são constantes, enquanto contatos retos são relativamente incomuns, os recrescimentos secundários de quartzo são comuns e dos feldspatos são escassos. Essas evidências indicam que a dissolução química constituiu-se num processo de relevância na história diagenética da unidade deste estudo. Grãos de feldspatos, muito alterados poderiam ter sofrido o processo de intemperização já à época da deposição da unidade. A exposição desses minerais ao processo mesogenético e ao intemperismo intensificou sua alteração, produzindo feldspatos parcial ou totalmente caulinizados.

A cimentação por anidrita é comum também como preenchimento de poros intragranulares em feldspato, indicando precipitação por substituição deste mineral. A precipitação de anidrita após dissolução de feldspato sugere que a anidrita é cimento tardio na evolução diagenética e pode representar o estágio mesodiagenético.

A calcita ocorre na forma de pequenos cristais euédricos, poiquilitico (calcita II). Aparentemente este cimento foi precipitado em espaços intergranulares gerados após dissolução do cimento anterior. Isto é sugerido pela forma dos contatos entre os cristais e os poros de dissolução. Estes contatos são frequentemente retos e bem marcados.

A caulinita ocorre como produto da alteração de feldspato e fragmentos de argila, na forma intergranular.

As microfraturas estão seladas em virtude da precipitação de sílica e carbonato de cálcio.



A importância relativa dos processos de compactação e de cimentação na redução da porosidade também pode ser avaliada com a utilização do gráfico de volume intergranular versus cimentação (Houseknecht 1987). Com este método, também se observa que a compactação precoce foi tão importante como a cimentação, na redução da porosidade.

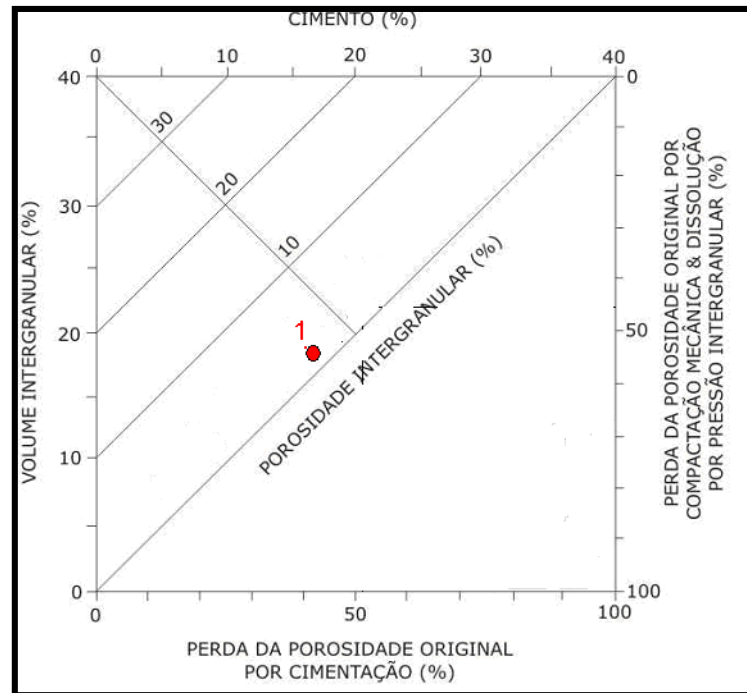


Figura 57: Gráfico Houseknecht do teto imediato.

Tabela 15: Resumo da análise petrográfica.

- **Arcabouço (QFL %):** Q=70; F=20; L = 5; Ms = 5
- **Classificação:** Pelito
- **Granulometria:** areia muito fina e siltito grosso a médio
- **Seleção:** fraca a moderada
- **Empacotamento:** fechado
- **Tipos de contato:** suturados
- **Cimentos (%):** calcita, sintaxial de quartzo
- **Porosidade (%):** 1%
- **Evolução diagenética:** calcita, crescimento sintaxial de quartzo

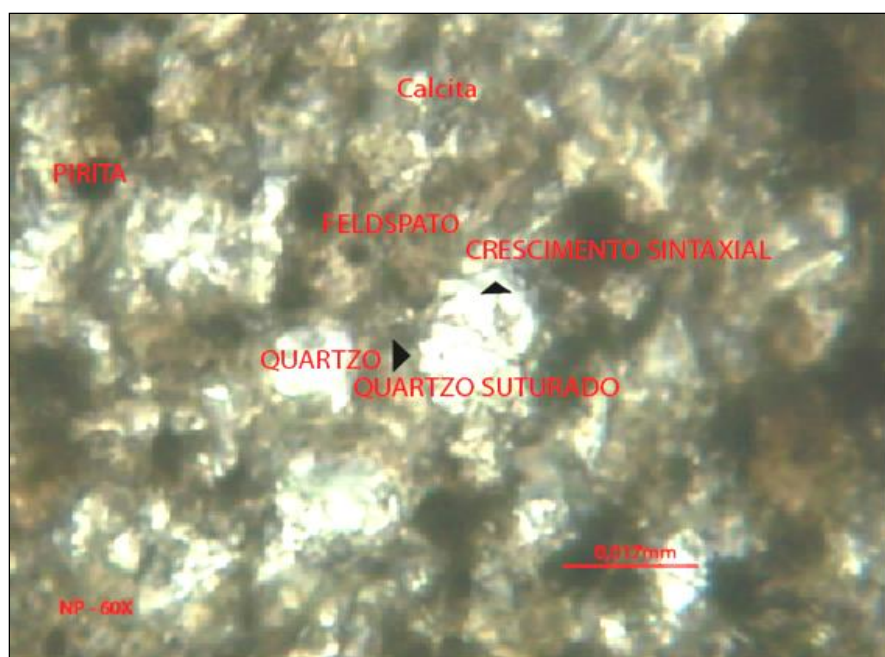


Figura 58: Lâmina delgada do siltito do teto imediato mostrando a ocorrência de quartzo suturado e sintaxial, pirita, feldspato em processo de dissolução e calcita.

Os resultados mostram que esta unidade litológica não apresenta petrofábrica capaz de armazenar e permitir o fluxo de líquidos no seu interior. A diminuição da porosidade ocorreu por compactação mecânica e por dissolução decorrente da pressão intergranular, resultando num empacotamento fechado ($P > 55$). Outro fator que provocou a perda da porosidade intergranular foi a cimentação através da calcita que ocorreu em duas fases distintas ao longo da história diagenética e da sílica pelo crescimento interaxial.

Em termos hidrogeológicos, esta unidade não armazena água em seu interior, e tão pouco tem a capacidade de transmitir fluidos, quer na direção longitudinal quer na condução vertical da água.

Análise Petrográfica do Teto Superior da Camada Barro Branco (Formação Rio Bonito)

A amostra 1 é um arenito fino, cinza claro, consistente, maciço do teto superior da camada de carvão Barro Branco do poço PmVBN5B, entre 10,20 e 11,20 metros. Filmes de formato longitudinal de material branco se encontram disseminados.

Apresenta granulometria de areia fina a muito fina, segundo a classificação de Wentworth (1922, apud Folk, 1980). O arredondamento dos grãos é em geral de subangular a subarredondado (Folk, 1980) e a seleção dos mesmos foi classificada como moderada a moderada, segundo Beard & Weil (1973).



O contato entre os grãos é variado, sendo possível observar todos os tipos, predominando principalmente os contatos retos, suturados e côncavo-convexos. O principal cimento é formado pelo crescimento sintaxial do quartzo, calcita e pirita.

A análise quantitativa dos constituintes detríticos e diagenéticos revelou que este arenito apresenta percentual de 80% de quartzo, 15% de feldspato e 5% de material lítico. Como minerais acessórios destacam-se a muscovita e o zircão.

O quartzo é essencialmente monocristalino do tipo plutônico, apresenta extinção reta à fracamente ondulante. A ausência de cristais de quartzo policristalino, está relacionado a instabilidade mecânica destes grãos durante o transporte, e com as inclusões. O quartzo é o principal mineral detrítico.

O feldspato potássico (ortoclásio), apresenta um percentual médio de 15%. Os feldspatos detríticos ocorrem parcialmente dissolvidos e frequentemente são substituídos por anidrita de fases diagenéticas posteriores.

O percentual de fragmentos de rocha é de 5%, constituído por clasto lamoso (argila). A ausência do clasto metamórfico e ígneo se deve, provavelmente, ao intenso retrabalhamento dos grãos e/ou a intensa diagênese sofrida pelos mesmos. Pseudomatriz é formada pela deformação de clastos argilosos e micas.

O percentual de pirita na rocha é de 3%, entretanto, se acha amplamente distribuída na rocha. Os cristais de pirita se apresentam na forma euédrica e monominerálica, ocupa os espaços intergranulares e tem origem diagenética.

Através do microscópio de luz refletida se verifica que a pirita ocorre como agregados de pequenos minerais com hábito “framboidal” e se distribuem nos espaços intragranulares.

A anidrita também foi formada por processo diagenético e apresenta o mesmo percentual da pirita, não apresenta distribuição uniforme na lâmina delgada. Os minerais apresentam na forma de romboedro ou anédrico, e formam mosaicos que preenchem os espaços vazios intergranulares e substituem alguns constituintes líticos do arcabouço, como o feldspato e intraclastos lamosos. As substituições nos feldspatos ocorrem ao longo do plano de clivagem e fratura dos grãos e nas bordas por corrosão.

A calcita diagenética é segundo constituinte de maior ocorrência. A distribuição é ampla e ocorre preenchendo os poros intergranulares, com hábito microcristalino e poiquilótópico e a outra forma de ocorrência é substituindo parcialmente os materiais líticos, quartzo detrítico, feldspato e a caulinita.

A cimentação por sílica ocorre na forma de crescimento sintaxial. O crescimento sintaxial (ou secundário) foi evidenciado pelas inclusões de argilas e óxidos ao redor do grão detrítico e por grãos de quartzo com faces cristalinas



perfeitas. Outra forma de evidenciar o crescimento sintaxial do quartzo é a presença de finas cutículas ao redor do grão detrítico do quartzo.

Além da cimentação pelo processo diagenético descrito acima para o quartzo, calcita e anidrita, identifica-se a compactação como outro processo que atuou no decréscimo de volume das rochas resultando na diminuição da porosidade.

Os principais processos de compactação observados na lâmina petrográfica e responsáveis pela perda da porosidade do pacote foram: deformação de grãos dúcteis, deformação de grãos flexíveis e a dissolução química.

A importância relativa dos processos de compactação e de cimentação na redução da porosidade também pode ser avaliada com a utilização do gráfico de volume intergranular versus cimentação (Houseknecht 1987). O método utilizado nos possibilitou definir que a compactação foi tão importante quanto a cimentação na redução da porosidade.

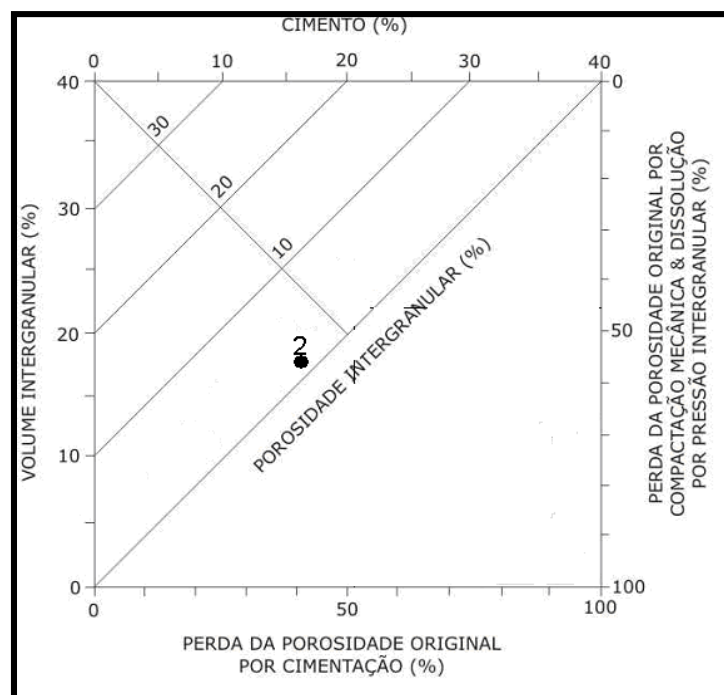


Figura 59: Gráfico Houseknecht do teto superior (poço PmVRN5B).

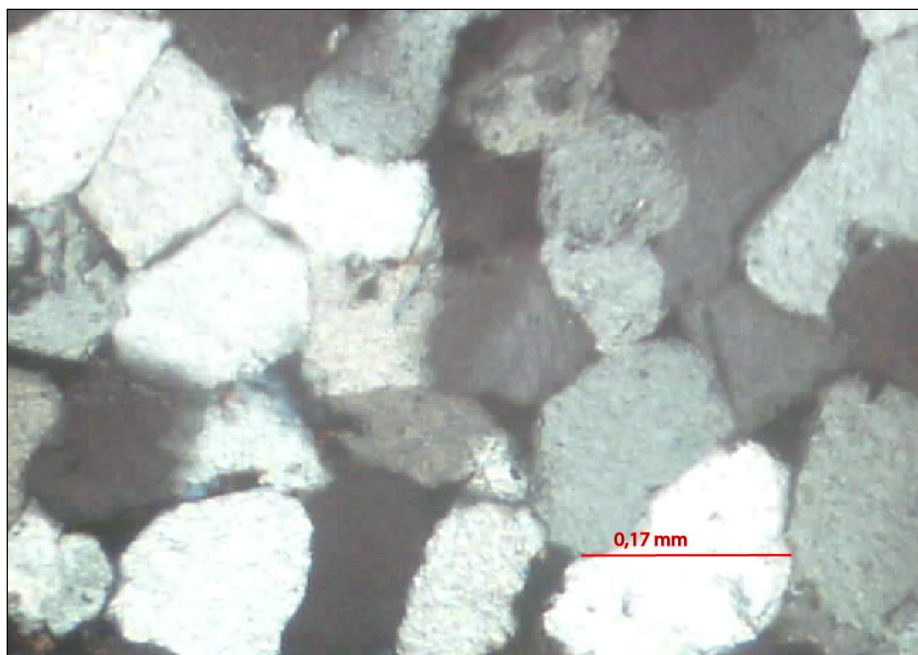


Figura 60: Lâmina delgada de arenito mostrando quartzo syntaxial, contatos retos, côncavo-convexo, suturado e o espaço intergranular preenchido por argila.



Tabela 16: Resumo da análise petrográfica.

Quartzo Detrítico	80
Monocristalino	100
Policristalino	0
Feldspato Detrítico	15
Microclínio	0
Ortoclásio	100
Plagioclásio	0
Fragmentos de Rochas	5
Metamórfica	0
Vulcanica	0
Arenitos	0
Argilas	95
Mica	0
Minerais Pesados	0
Pseudomatriz	5
Constituintes Diagenéticos	
Sobrecrescimento do quartzo	80
Clorita	0
Caolinita substituindo feldspatos	5
Siderita intergranular	0
Anidrita intergranular	3
Calcita Intergranular	9
Pirita	3
Macroporosidade Total	6
Intergranular	3
Intragranular em Feldspatos	2
Intragranular em frgamentos Líticos	0
Poros Moldicos	0
Poros por fraturas	0
Porosidade Secundária	1
Tamanho do Grão (mm)	0,125 – 0,0625
Seleção	Baixa a média
Índice de Empacotamento	70
Porosidade Original (Beard e Weyl	40
Perda da Porosidade por	20
Perda da Porosidade por Cimentação	15
Q (Quartzo Total)	80
F (Feldspato Total)	15
Total de Fragmentos Líticos	5

Os resultados mostram que esta unidade litológica não apresenta petrofábrica capaz de armazenar e permitir o fluxo de líquidos no seu interior. A diminuição da porosidade por compactação foi significativa e o empacotamento fechado ($P > 55$).



Neste caso, além da compactação química, destaca-se a importância da cimentação de calcita e da sílica.

A cimentação através da sílica como no caso da amostra do teto imediato produz a perda da porosidade em caráter irreversível, uma vez que a sílica precipitada como cimento sintaxial em torno dos grãos de quartzo é mais estável e pouco susceptível a dissolução posterior.

A amostra 2 é um arenito fino, cinza claro, consistente, maciço do teto superior da camada de carvão Barro Branco do poço PmVBN3C, entre 162,45 e 163,45 metros.

A amostra do arenito do Membro Siderópolis nesta profundidade na área objeto desta pesquisa, apresenta granulometria areia média a areia fina (0,50mm a 0,125mm), segundo a classificação de Wentworth (1922, apud Folk, 1980). A esfericidade dos grãos é em geral de subangular a subarredondado (Folk, 1980) e a seleção dos mesmos foi classificada como moderada, segundo Pettijohn (1987).

O contato entre os grãos é variado, sendo possível observar todos os tipos, predominando principalmente os contatos retos, suturados e côncavo-convexos. Os principais cimentos são formados pelo crescimento sintaxial do quartzo e a cristalização da calcita que ocorreram em duas fases distintas.

A análise petrográfica quantitativa dos constituintes detríticos e diagenéticos revelou que este arenito apresenta percentual de 75% de quartzo, 20% de feldspato e 5% de fragmento lítico.



Tabela 17: Resumo da análise petrográfica.

	5
Profundidade	162,45-
Quartzo Detrítico	75
Monocristalino	100
Policristalino	0
Feldspato Detrítico	20
Microclínio	3
Ortoclásio	87
Plagioclásio	10
Fragmentos de Rochas	5
Metamórfica	0
Ignea	3
Arenitos	0
Argilas	90
Mica	2
Minerais Pesados	0
Pseudomatriz	5
Constituintes Diagenéticos	
Sobrecrescimento do Quartzo	83
Clorita	0
Caolinita substituindo feldspatos	3
Siderita intergranular	0
Anidrita intergranular	5
Calcita Intergranular	7
Pirita	2
Macroporosidade Total	5
Intergranular	3
Intragranular em Feldspatos	1
Intragranular em fragmentos Líticos	1
Poros Moldicos	0
Poros por fraturas	0
Porosidade Secundária	2
Tamanho do Grão	0,30 – 0,062
Seleção	b-m
Índice de Empacotamento	>55
Porosidade Original (Beard e Weyl)	40
Perda da Porosidade por Compactação	25
Perda da Porosidade por Cimentação	20
Q (Quartzo Total)	75
F (Feldspato Total)	20
Total de Fragmentos Líticos	5



O quartzo é essencialmente monocristalino do tipo plutônico, apresenta extinção reta à fracamente ondulante. A ausência de cristais de quartzo policristalino, está relacionado com a instabilidade mecânica destes grãos durante o transporte, e as inclusões que fragilizam o mineral. A porcentagem do quartzo na amostra é de 75%.

O feldspato potássico (ortoclásio), com média de 20%. Os feldspatos detríticos são predominantemente ortoclásio (média de 13%) e microclínio (5%), subordinadamente plagioclásios (1,6%) e pertitas (0,4%). Os feldspatos potássicos mostram dissolução limitada (2% em média do volume total da rocha), substituição por caulinita e anidrita e albita. Os plagioclásios estão algumas vezes parcialmente albitizados e ilitizados.

O percentual de fragmentos de rocha é de 5%, constituído por clastos lamosos (argila), a ausência dos clastos metamórficos e ígneo deve estar relacionado ao intenso retrabalhamento dos grãos e/ou a intensa diagênese sofrida pelos mesmos. Pseudomatriz é formada pela deformação de clastos argilosos e micas.

Os minerais acessórios destacam-se a muscovita e o zircão. Pseudomatriz formada pela deformação de clastos argilosos.

A presença de argilas preenchendo totalmente os interstícios indica que as mesmas foram geradas por processo autigênico. A matriz é constituída por minerais.

A presença de cutículas argilosas no entorno (halos argilosos) do quartzo e da calcita, também, é um indicativo que as mesmas foram geradas por processo autigênico, portanto, se trata de um evento diagenético, posterior, a cimentação do quartzo e da calcita.

O percentual de pirita na rocha é de 2%, entretanto, e se acha amplamente distribuída na rocha. Os cristais de pirita se apresentam na forma euédrica e monominerálica. Ao microscópio com luz refletida se verifica que ocorre como agregados de pequenos minerais com hábito “framboidal” e também se distribuem nos espaços intergranulares e intragranulares. A apresentação disseminada da pirita “fambroidal” está associada aos cimentos da fase eodiagenética, matriz argilosa e substituindo micas.

A anidrita em termos diagenético apresenta o percentual de 5%, com ampla distribuição na rocha. Os minerais apresentam na forma de romboedro ou anédrico, e formam mosaicos que preenchem os espaços vazios intergranulares e substituem alguns constituintes líticos do arcabouço, como o feldspato e intraclastos lamosos. As substituições nos feldspatos ocorrem ao longo do plano de clivagem e fratura dos grãos e nas bordas por corrosão.



Nesta amostra a calcita em termos de percentual participa com 7% dos constituintes diagenéticos. A distribuição é ampla e ocorre preenchendo os poros intergranulares, com hábito microcristalino e poiquilotópico e a outra forma de ocorrência é substituindo parcialmente os materiais líticos, quartzo detrítico, feldspato e a caulinita.

O quartzo é o principal mineral detrítico. A precipitação de sílica é citada na literatura como um importante evento mesodiagenético redutor de porosidade (Morad et al, 2000).

A cimentação por sílica nesta amostra ocorre na forma de crescimento sintaxial. O crescimento sintaxial (ou secundário) foi evidenciado pelas inclusões de argilas e óxidos ao redor do grão detrítico e por grãos de quartzo com faces cristalinas perfeitas. Outra forma de evidenciar o crescimento sintaxial do quartzo e a presença de finas cutículas ao redor do grão detrítico do quartzo.

A análise da amostra através da lâmina delgada se verifica que a compactação química prevalece sob a compactação mecânica, pois, não se observa modificações em excesso nos aspectos físicos, tais como, mudança no empacotamento intergranular e a deformação ou quebra de grãos individuais. O método de Houseknecht possibilita definir que a compactação foi tão importante quanto a cimentação na redução da porosidade.

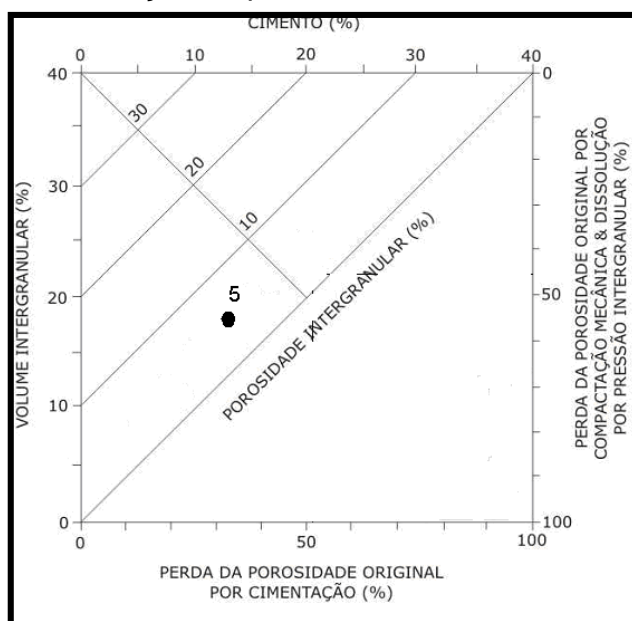


Figura 61: Gráfico Houseknecht do teto superior (poço PmVRN3C).

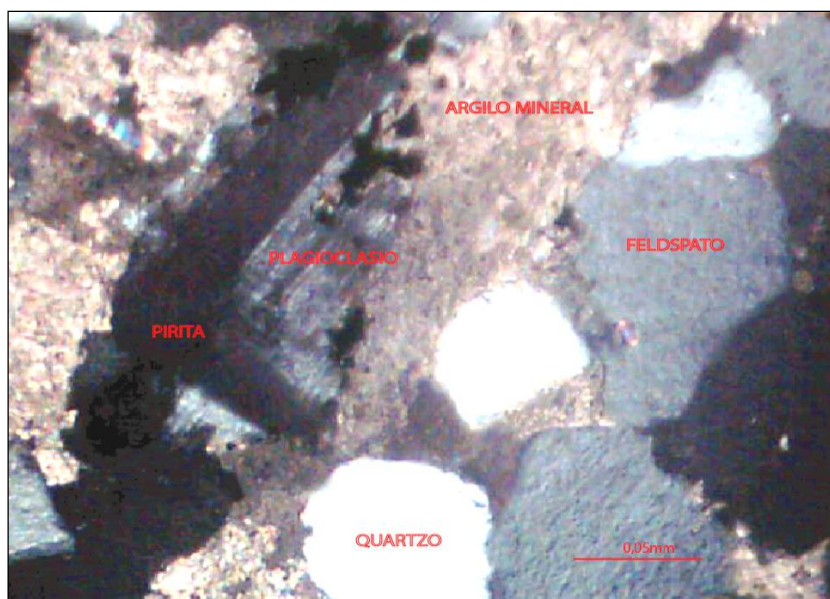


Figura 62: Lâmina delgada de arenito mostrando plagioclásio albitizado, quartzo, feldspato, pirita e cimento argiloso.

Os resultados mostram que esta unidade litológica não apresenta petrofabrica capaz de armazenar e permitir o fluxo de líquidos no seu interior decorrências dos seguintes fatores “A diminuição da porosidade por compactação é significativa e do empacotamento fechado $P > 55$). Neste caso, além da compactação química, observa-se a importância da cimentação calcita, sílica e argila autigênica. A cimentação através da sílica como no caso anterior produz a perda da porosidade em caráter irreversível, uma vez que a sílica precipitada como cimento syntaxial em torno dos grãos de quartzo é mais estável, pouco susceptível a dissolução posterior”. Outro fator que provocou a perda da porosidade da rocha foi a cimentação do arcabouço da rocha pela argila autigênica.

Modelo de Fluxo

Como já foi mencionado, a água subterrânea na área em tela flui em diferentes contextos hidrogeológicos, de modo que para a definição do modelo conceitual de fluxo da água subterrânea foi adotada a condutividade hidráulica horizontal determinada em campo (poço FBME9) para a cobertura aluvial/eluvial, assim como a condutividade hidráulica vertical e a porosidade efetiva determinada nos ensaios de laboratório (UFSC) com testemunhos de sondagem. A porosidade efetiva do manto de alteração foi obtida de tabela (UNICAMP).



O modelo geológico estrutural é o arcabouço do modelo hidrogeológico teórico que representa as seções AB e CD do perfil amostrado.

O modelo conceitual de fluxo, representado nas figuras 57 e 58, foi gerado com a utilização de um programa de modelagem definido por Hsieh (2001) com os seguintes dados de entrada:

- Seção A - B
 - Domínio do modelo: 2.500 m
 - Exagero vertical: 2
 - Tamanho da malha de elementos finitos: 40 colunas x 20 linhas
- Seção C – D
 - Domínio do modelo: 3.700 m
 - Exagero vertical: 2
 - Tamanho da malha de elementos finitos: 40 colunas x 20 linhas
 - Condutividade, porosidade e hidroestratigrafia:

4.4.4.3 Levantamento das Nascentes

Os recursos hídricos da área em tela foram cadastradas através de levantamento em campo e fotointerpretação, resultando no cadastro de 145 nascentes, 25 banhados e 28 açudes.

Segundo Valente (2005), nascentes são manifestações superficiais de água subterrânea, dando origem a cursos d'água, que formam a rede de drenagens afluentes dos rios nas sub-bacias e bacias.

Quanto à origem, podem ser formadas tanto por aquíferos freáticos quanto artesianos (confinados entre camadas impermeáveis), podendo surgir por contatos das camadas impermeáveis com a superfície, por afloramento em depressões de terreno, por falhas geológicas, ou ainda, o conjunto de uma ou mais das formas descritas. Na área em tela todas as nascentes têm como origem o sistema aquífero superficial.

As nascentes de depressão podem se manifestar em pontos bem definidos, representados por pequenos vazamentos superficiais espalhados por uma área que se apresenta encharcada (banhado) e vai acumulando água em poças até dar início a fluxos contínuos, sendo conhecidas como nascentes difusas como é o caso da área em tela.



São caracterizadas, também, pela persistência de seus fluxos em perenes, intermitentes, temporárias ou efêmeras. No caso das nascentes cadastradas todas são classificadas como perenes.

Em razão da baixa declividade dos terrenos, ocorrem na área 30 banhados resultantes da coalescência de nascentes difusas. A água desses banhados alimenta as drenagens tributárias da margem direita dos rios Pio e Mãe Luzia.

4.4.4.4 Potencial Hídrico Subterrâneo

O potencial hídrico subterrâneo foi estimado a partir da realização de dois testes de bombeamento e recuperação nos poços PmVRN5B e PzVRN7 com a localização mostrada no mapa hidrogeológico em apêndice.

Os testes avaliaram o potencial do aquífero freático, sendo que o poço PmVRN5 foi instalado no perfil de arenitos fraturados da Formação Rio Bonito cobertos por depósitos aluvionares, de modo a medir apenas a recarga lateral uma vez que a cobertura aluvial foi integralmente impermeabilizada, enquanto o poço PzVRN7 foi instalado na zona de alteração residual do intervalo médio da Formação Palermo com perfil litológico formado por siltitos esverdeados.

Os testes mostraram capacidades específicas distintas, no qual o poço PmVRN5B do Aquífero Rio Bonito apresentou maior potencialidade hídrica, constatada pelo índice mais elevado de sua capacidade específica. Isso demonstra a influência da permeabilidade secundária, pois esse poço está localizado dentro de uma zona fraturada.

Tabela 18 - Resultados dos testes de rebaixamento e recuperação da água subterrânea de fluxo freático.

POÇO MONITOR	PROF. DO POÇO (m)	DATA	VAZÃO (L/h)	NE (m)	ND (m)	CAP. ESPEC. (L/h/m)	REBAIXAMENTO (m)	HIDROESTRATIGRAFIA	AQUÍFERO
PmVRN5	18,70	04/11/09	440	2,80	6,73	112	3,93	Formação Rio Bonito em zona de fratura	Freático Rio Bonito
PzVRN7	13,89	26/02/10	240	6,00	10,10	59	4,10	Formação Palermo Intervalo Médio em zona de alteração residual	Freático Palermo

Fonte: Rubensam (EIA RIMA Volta Redonda Norte, 2011)

Os rebaixamentos foram no entorno de 4 metros e, portanto, as vazões de bombeamento dos testes não depletaram os poços, podendo-se afirmar como sendo de 240 L/h e 440 L/h o potencial de produção segura dos Aquíferos Palermo e Rio Bonito nas profundidades avaliadas para a área projetada da Mina Rio Pio.



As curvas de recuperação do nível estático dos poços (Figura 63) mostram assinaturas semelhantes, apesar de representarem diferentes intervalos hidroestratigráficos, no entanto demonstra que a recarga do Aquífero Palermo é maior (3,5 m em 100 minutos) do que a do Aquífero Rio Bonito (1,0 m em 100 minutos). Isso, provavelmente, está relacionado com o fato de o poço da Formação Rio Bonito ser semi-confinado enquanto o da Formação Palermo é livre.

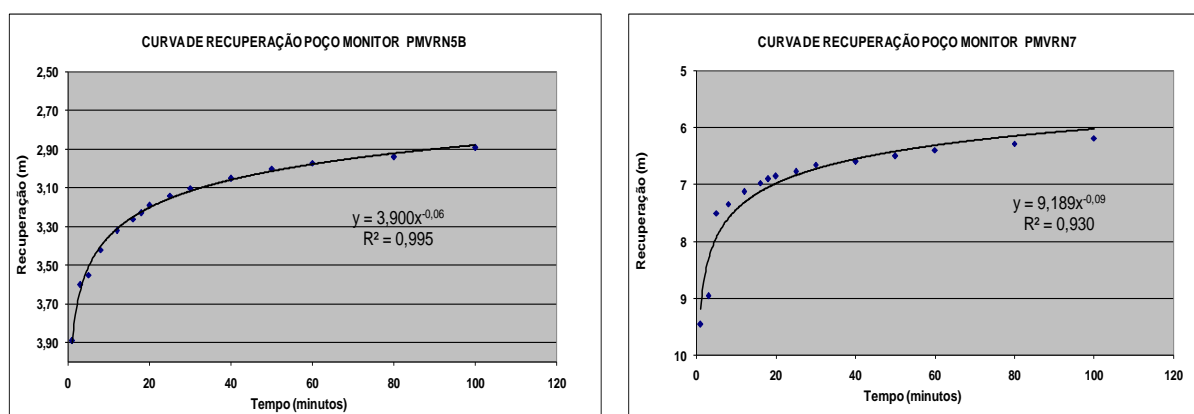
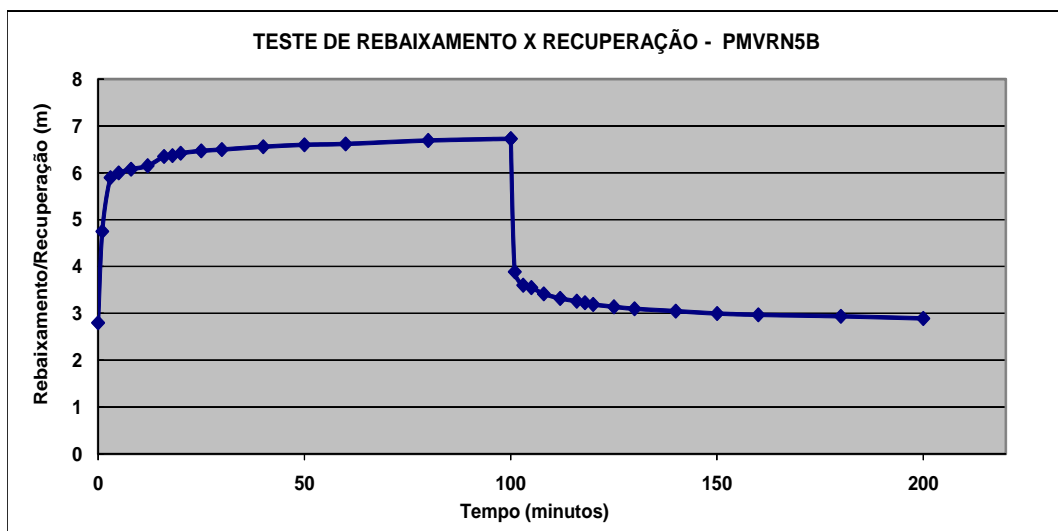


Figura 63 - Curvas de recuperação do nível estático da água subterrânea de fluxo freático.
Fonte: Rubensam (EIA RIMA Volta Redonda Norte, 2011).



Tabela 19: Resultado do teste de bombeamento realizado no poço monitor PMVRN5

TESTE DE REBAIXAMENTO x RECUPERAÇÃO - POÇO MONITOR PMVRN5B					
POÇO MONITOR: PMVRN5B (50 mm)			PROF.: 17,80 m	Q : 440 L/h	Ø Interno = 75 mm
SUB-BACIA: Rio do Pio			SISTEMA DE FLUXO: Rio Bonito Superficial (Zona de Falha)		
COORDS. UTM.: E 652.108; 6.842.064; Z 133.93			MUNICÍPIO: Treviso/SC	PROJETO: V Redonda Norte	
TEMPO TESTE: 3,33 h			NE: 2,80 m	ND: 6,73 m	
PROFUNDIDADE INJETOR: 16,00 m			INÍCIO: 04/11/09	BOMBA: Compressor Minasgel	
			TÉRMINO: 04/11/09	RESP TÉCNICO: Roberto Romano Neto	
t acum (min)	t (min)	ND (m)	Rebaixamento /Recuperação (m)	OBSERVAÇÃO	
0	0	2,80	0,00	REBAIXAMENTO	
1	1	4,75	1,95		
3	3	5,90	3,10		
5	5	6,00	3,20		
8	8	6,08	3,28		
12	12	6,15	3,35		
16	16	6,35	3,55		
18	18	6,37	3,57		
20	20	6,42	3,62		
25	25	6,47	3,67		
30	30	6,50	3,70		
40	40	6,56	3,76		
50	50	6,60	3,80		
60	60	6,62	3,82		
80	80	6,69	3,89		
100	100	6,73	3,93		
100	0	6,73	0,00		
101	1	3,89	1,09		
103	3	3,60	0,80		
105	5	3,55	0,75		
108	8	3,42	0,62		
112	12	3,32	0,52		
116	16	3,26	0,46		
118	18	3,23	0,43		
120	20	3,19	0,39		
125	25	3,14	0,34		
130	30	3,10	0,30		
140	40	3,05	0,25		
150	50	3,00	0,20		
160	60	2,97	0,17		
180	80	2,94	0,14		
200	100	2,89	0,09		
RECUPERAÇÃO DO NE			0,04	m/min	REBAIXAMENTO
			0,04	m/min	

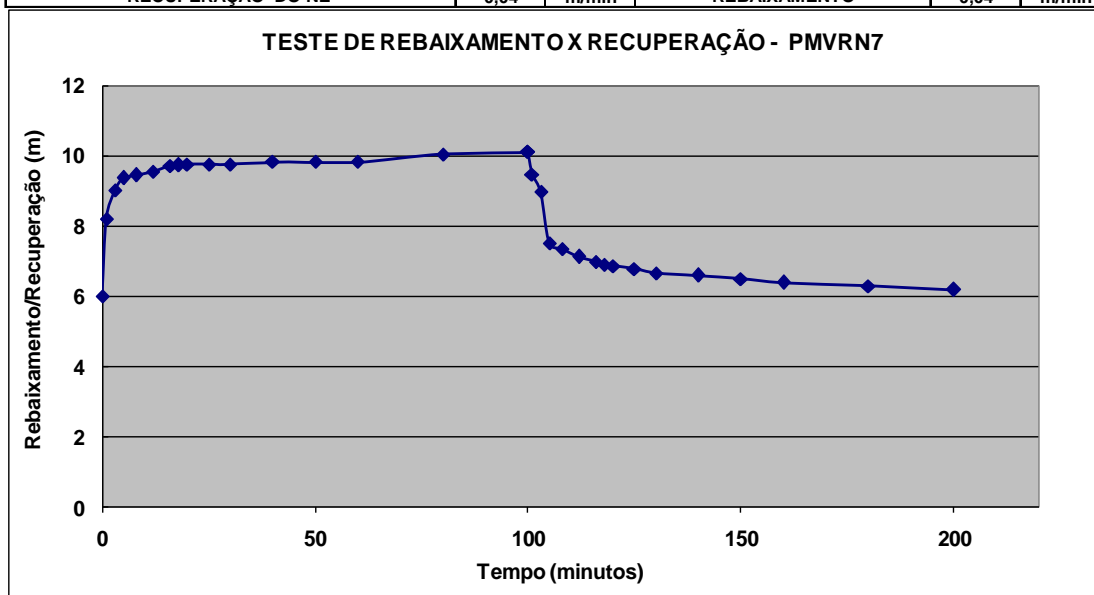


B.



Tabela 20: Resultado do teste de bombeamento realizado no poço monitor PMVRN7.

TESTE DE REBAIXAMENTO x RECUPERAÇÃO - POÇO MONITOR PMVRN7								
POÇO MONITOR: PMVRN7 (50 mm)			PROF.: 13,89 m	Q : 240 L/h	Ø Interno = 75 mm			
SUB-BACIA: Rio do Pio			SISTEMA DE FLUXO: Superficial (Fm Palermo)					
COORDS. UTM.: E 649.319; 6.843.246; Z 137,90			MUNICÍPIO: Treviso/SC	PROJETO: V Redonda Norte				
TEMPO TESTE.: 3,33 h			NE: 6,00 m	ND: 10,10 m				
PROFUNDIDADE INJETOR: 12,00 m			INÍCIO: 26/02/2010	BOMBA: Compressor Minasgel				
			TERMINO: 26/02/2010	RESP TECNICO: Roberto Romano Neto				
t acum (min)	t (min)	ND (m)	Rebaixamento /Recuperação (m)	OBSERVAÇÃO				
0	0	6,00	0,00	REBAIXAMENTO				
1	1	8,20	2,20					
3	3	9,00	3,00					
5	5	9,36	3,36					
8	8	9,44	3,44					
12	12	9,54	3,54					
16	16	9,71	3,71					
18	18	9,72	3,72					
20	20	9,74	3,74					
25	25	9,74	3,74					
30	30	9,74	3,74					
40	40	9,82	3,82					
50	50	9,82	3,82					
60	60	9,82	3,82					
80	80	10,03	4,03					
100	100	10,10	4,10					
100	0	10,10	0,00				RECUPERAÇÃO	
101	1	9,46	3,46					
103	3	8,96	2,96					
105	5	7,50	1,50					
108	8	7,34	1,34					
112	12	7,12	1,12					
116	16	6,97	0,97					
118	18	6,90	0,90					
120	20	6,85	0,85					
125	25	6,77	0,77					
130	30	6,65	0,65					
140	40	6,59	0,59					
150	50	6,50	0,50					
160	60	6,39	0,39					
180	80	6,28	0,28					
200	100	6,18	0,18					
RECUPERAÇÃO DO NE				0,04	m/min	REBAIXAMENTO	0,04	m/min





4.4.5. Recursos Hídricos

4.4.5.1. Recursos Hídricos Regionais

A rede hidrográfica de Santa Catarina é formada por dez regiões hídricas sendo estas envolvidas em dois sistemas independentes: sistema integrado da vertente do interior, comandado pela Bacia do Paraná-Uruguai, e o sistema da vertente atlântica, formada por um conjunto de bacias isoladas da qual o rio Araranguá faz parte.

O grande divisor de águas dos dois sistemas é representado pela Serra Geral e, mais ao norte pela Serra do Mar. Os rios da vertente atlântica apresentam um perfil longitudinal bastante acidentado no curso superior, onde a topografia é muito movimentada, já no curso inferior, onde cortam as planícies aluviais, os perfis longitudinais assinalam pequenas declividades, caracterizando-se neste curso, como rios de planície (Santa Catarina, 1997).

De acordo com a classificação das regiões hídricas, o Rio Araranguá (Bacia hidrográfica na qual os rios do Pio e Mãe Luzia fazem parte) está inserido na RH 10, assim como as áreas de influencia do empreendimento, sendo esta classificada como Região Hídrica do Extremo Sul Catarinense (Figura 64).

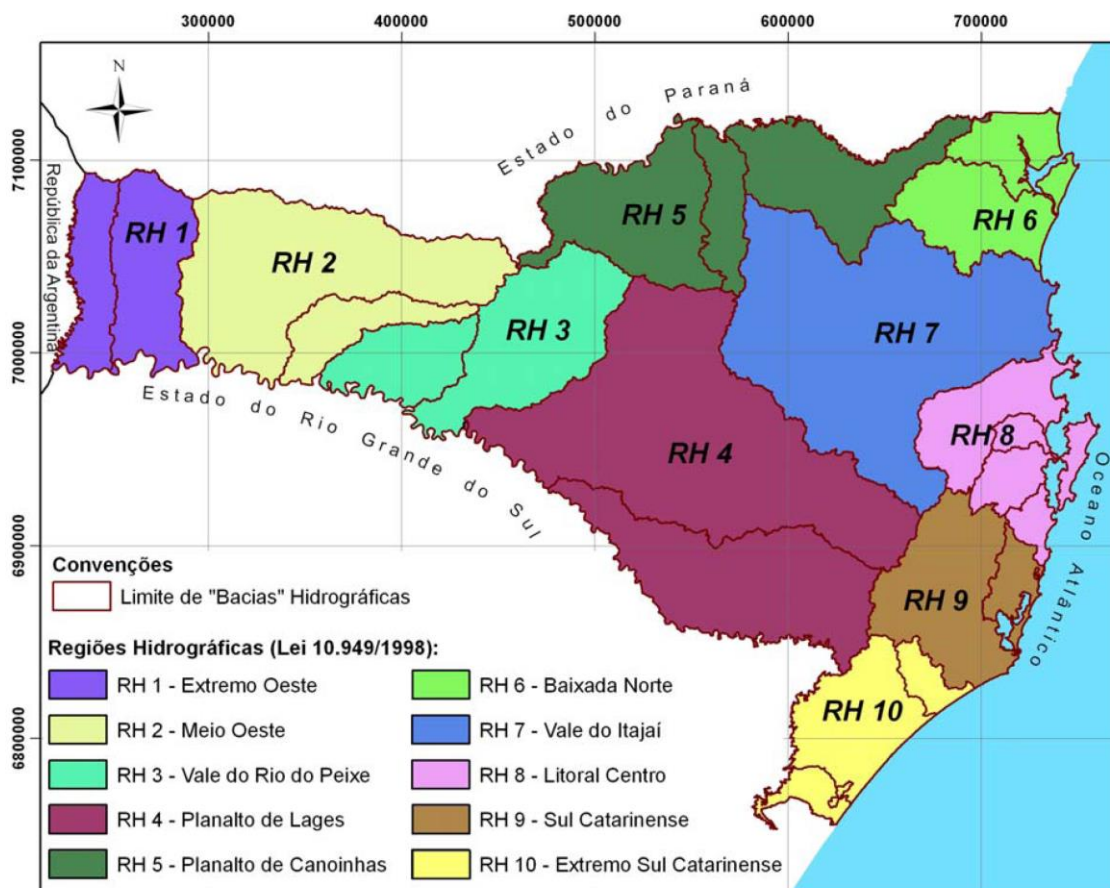


Figura 64: Mapa das Regiões Hidrográficas de Santa Catarina.
Fonte: EPAGRI SC.



Nesta região hídrica, em semelhança aquelas da vertente atlântica, os regimes fluviais são geralmente comandados pelo regime pluviométrico, o qual se caracteriza pelas chuvas distribuídas pelo ano inteiro. O comportamento da maioria dos rios, em conformidade com a distribuição das chuvas é representado por dois máximos e dois mínimos (primavera e final do verão e no início do verão e no outono com prolongamento do inverno respectivamente).

A área do empreendimento e suas áreas de influência direta e indireta estão diretamente correlacionadas aos rios Mãe Luzia e Pio.

O Rio Araranguá tem suas nascentes principais nas encostas da Serra Geral, recebendo esta denominação no município de Maracajá com a confluência entre o Rio Mãe Luzia e o Rio Itoupava.

Este recurso hídrico caracteriza-se como de regime estuarino, e se apresenta em direção geral W-E envolvendo sinuosidades do tipo meandrante, com barras em pontal e meandros abandonados. O último trecho deste rio, junto à sua foz, desloca-se para nordeste, acompanhando a linha de costa por influência da deposição efetuada pela alta energia das ondas, conforme Duarte (1995).

Na Figura a seguir visualiza-se o diagrama simplificado da bacia hidrográfica do Rio Araranguá, onde estão descritas sucintamente as principais microbacias formadoras envolvendo os rios: Pio, Fiorita, São Bento, Sangão, dos Porcos, Jundiá, Manoel Alves, Morto, Turvo, da Laje, Ermo, da Pedra, entre outros. Dentro da bacia hidrográfica do Rio Araranguá, o empreendimento está localizado na bacia do Rio Pio, em vermelho no diagrama apresentado na Figura 65.

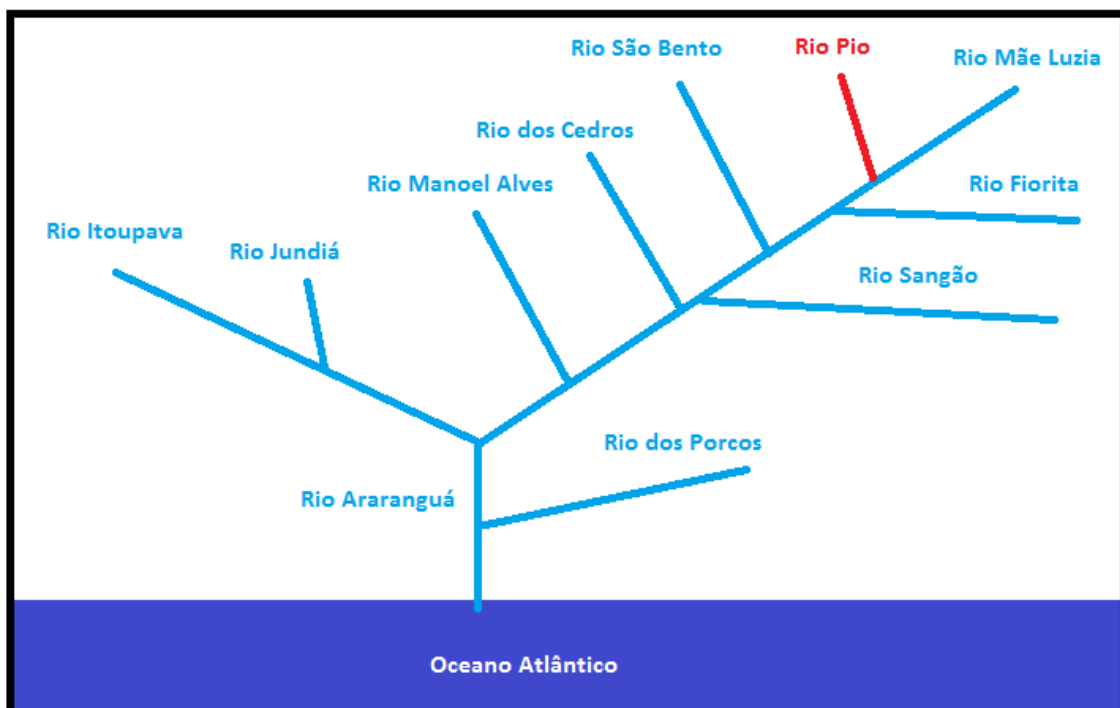


Figura 65: Diagrama topológico do rio Araranguá.



Existe um comitê de bacia para o rio Araranguá, porém este ainda não classificou o recurso hídrico sendo desta forma, atrelado a classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.

4.4.5.2. Recursos Hídricos Locais

A área situa-se nas cabeceiras em posição ao norte da bacia hidrográfica do Rio Araranguá na encosta da serra geral no município de Treviso estando alocado dentro da micro bacia do Rio Pio, tendo uma parcela inserida às margens do rio Mãe Luzia onde suas drenagens incidentes são conduzidas diretamente para este antes da foz do Rio Pio conforme se visualiza na Figura 66 extraída da carta topográfica 1:50.000 de Criciúma do IBGE e a Figura 67, proveniente do Google earth.

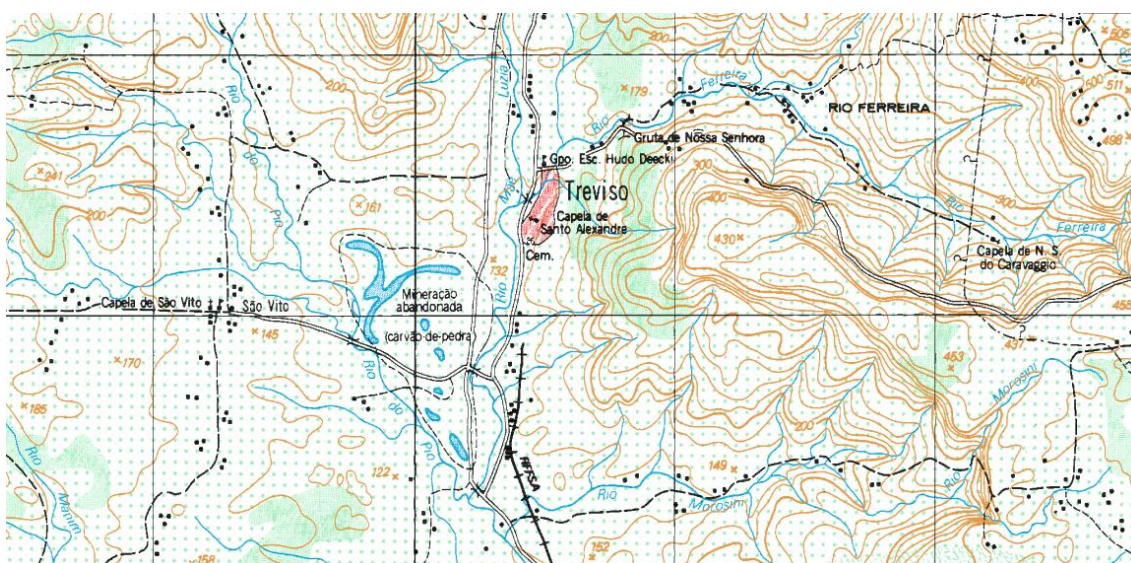


Figura 66: Bacias hidrograficas de entorno. IBGE 1966, atualizado em 1984.

A bacia do Rio Mãe Luzia a montante da área envolve aproximadamente 7900 ha e a do Rio Pio aproximadamente 3150 ha envolvendo para este segundo toda a bacia do recurso hídrico.

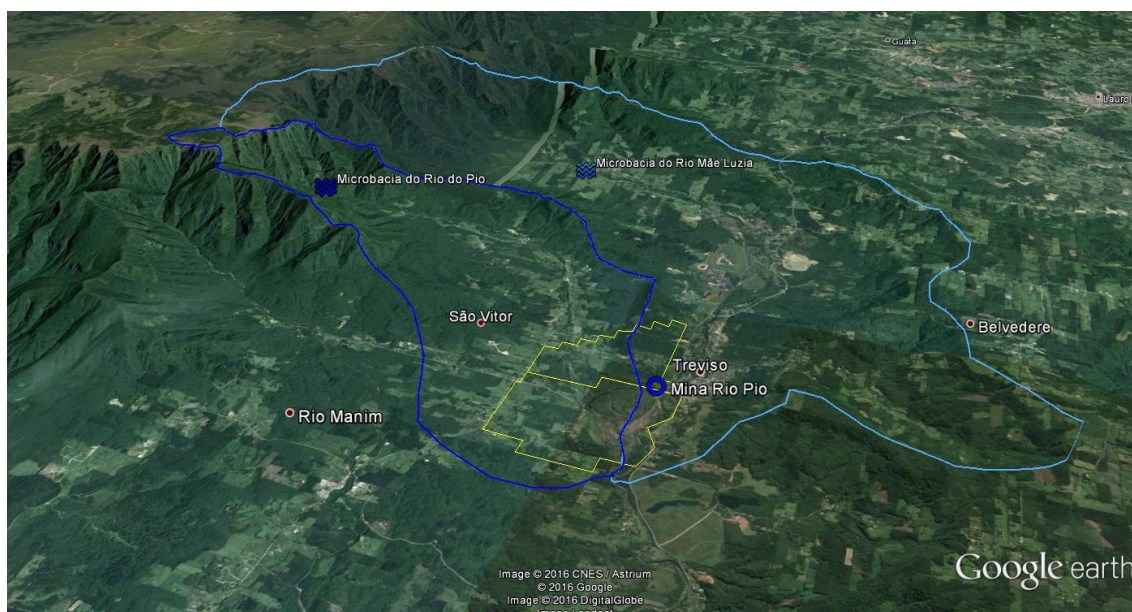


Figura 67: Microbacias na área e a montante.

O rio do Pio ou rio Pio apresenta-se como uma bacia onde as principais atividades econômicas são a agricultura, silvicultura e avicultura, tendo ainda sido realizada em períodos anteriores ao atual a exploração de carvão a céu aberto permanecendo esta parcela degradada até os períodos atuais. Esta área foi objeto de Plano de Recuperação de Área Degradada– PRAD o qual, segundo o CPRM Serviço Geológico do Brasil (Responsável pela recuperação da área) deverá ser recuperada em meados de 2016. Este plano envolve aproximadamente 117 ha.

O Rio Pio é classificado conforme a resolução CONAMA 357/2005 em classe II. Este, em determinação apresentada no PRAD da área do Rio Pio pelo IPAT indicou que as contribuições da referida área degradada ocorrem em sobremaneira provenientes da parcela atrelada diretamente ao rio mãe Luzia, mesmo considerando que área drenada pelo rio Pio é maior. Estas ocorrem em maior quantidade seja superficialmente ou sub-superficialmente quando em períodos de chuvas intensas (UNESC/ IPAT 2011).

Em relação ao rio Mãe Luzia, além de receber as contribuições do Rio Pio, tangencia com seu leito parte da área da poligonal da mina e da parcela degradada conforme descrição da Figura 67. Da parcela total da jazida aproximadamente 150 ha são drenados diretamente ao rio Mãe Luzia. Em sua bacia de contribuição a montante são realizadas diversas atividades envolvendo a agricultura, silvicultura, avicultura, pecuária além da mineração de carvão a montante e a jusante da área.

Especificamente para o presente estudo ambiental atrelado aos recursos hídricos locais o mais importante é verificar a situação atual das águas visando garantir a manutenção e se possível à melhoria destas características pelas ações de recuperação e controle das áreas degradadas envolvidas pelo empreendimento.

Para a verificação da situação destes corpos hídricos envolvendo essencialmente a qualidade da água foram realizadas análises quanto as suas características físicas, químicas e biológicas de amostras coletadas *in loco*.



Assim, no intuito de ampliar o conhecimento do comportamento das águas locais de maneira simplificada, foram realizadas amostragens em pontos do rio Pio e Mãe Luzia e compilados em conjunto com dados bibliográficos.

Dentre os parâmetros analisados destacamos os seguintes:

- Acidez total;
- Alcalinidade total;
- Alumínio dissolvido;
- Aspecto visual;
- Condutividade;
- DBO₅;
- Ferro dissolvido;
- Manganês total;
- Oxigênio Dissolvido;
- pH;
- Sólidos suspensos; e
- Sulfatos.

A partir das análises foi possível verificar de maneira simplificada a situação dos recursos hídricos a montante e a jusante do empreendimento. Estes são apresentados na tabela a seguir envolvendo diferentes períodos de análises.

Tabela 21: Resultados das análises das águas.

Ponto	Descrição	Data	Resultados												
			Vazão	Acidez total	Alcal. total	Al	Contut.	DBO ₅	Ferro	Mn total	OD	pH	Sol Sus	Sol Sed	Sulfat
1	AR 006=Mãe Luzia a montante de Treviso	21/10/2009	2400,00	30	-	-	1151	-	9,91	0,8	5,48	3,8	-	-	99
		26/10/2010	1688,00	6,28	-	-	485	-	5,63	0,61	4,5	5,46	-	-	229,64
		11/05/2011	759,84	20,15	-	-	658	-	10,15	1,15	6,39	3,82	-	-	328,38
		27/10/2011	1811,00	9,16	-	-	233	-	3,9	0,5	4,91	5,95	-	-	100,84
		23/05/2012	288,00	44,3	-	-	439	-	9,95	1,33	-	3,8	-	-	198,61
2	AR 007=Mãe Luzia a jusante de Treviso e montante do Rio Pio	19/10/2009	3281,45	25	-	-	1021	-	8,4	0,72	5,08	3,85	-	-	93
		03/11/2010	715,81	20,48	-	-	453	-	6,76	1,02	4,14	4,01	-	-	207,81
		11/05/2011	1159,22	22,09	-	-	414	-	10,65	328,38	7,29	3,81	-	-	176,68
		27/10/2011	2384,06	9,16	-	-	256	-	3,08	0,47	4,86	6,37	-	-	131,23
		23/05/2012	402,26	44,3	-	-	439	-	9,95	1,33	-	3,88	-	-	198,61
3	AR 010=Mãe Luzia a jusante do Rio Pio	19/10/2009	5129,81	30	-	-	970	-	7,06	0,85	5,04	4,04	-	-	510
		03/11/2010	1276,41	35,12	-	-	362	-	10,25	1,13	4,92	3,67	-	-	138,35
		11/05/2011	1486,93	33,89	-	-	387	-	8,11	0,99	6,74	3,77	-	-	138,35
		27/10/2011	1486,93	19,03	-	-	218	-	4,58	0,51	5,32	4,55	-	-	107,71
4	Rio Pio a montante da área de lavra	28/05/2012	563,90	25,02	-	-	376	-	4,14	0,97	-	4,09	-	-	162,71
		17/11/2015	-	6,83	28,31	0,217	46,6	5,72	<0,01	0,077	9,22	6,94	4	<0,1	7,1
5	Rio Pio no meio da área de lavra mas a montante	16/10/2009	1353,08	4	-	-	246	-	0,39	0,08	-	6,63	-	-	19
		03/11/2010	228,25	3,75	-	-	91	-	0,6	0,08	-	7,28	-	-	8,32



Ponto	Descrição	Data	Resultados												
			Vazão	Acidez total	Alcal. total	Al	Contut.	DBO ₅	Ferro	Mn total	OD	pH	Sol Sus	Sol Sed	Sulfat
6	da area degradada = AR 08	18/05/2011	590,30	2,19	-	-	60	-	-99	0,05	-	7,26	-	-	7,79
		28/05/2012	46,58	3,87	-	-	171	-	0,58	0,12	-	7,73	-	-	58,92
		11/06/2013	36,90	11,2	-	-	230	-	0,69	0,15	-	7,17	-	-	75,05
		17/11/2015	-	5,85	27,3	0,228	77,5	8,49	<0,01	0,032	10,39	6,6	8	<0,1	62,4
		16/10/2009	344,53	4	-	-	862	-	5,19	0,44	6,69	6,38	-	-	77
	Rio Pio a jusante da área degradada antes do Rio ML = AR 12	03/11/2010	55,94	4,05	-	-	195	-	0,8	0,4	-	7,33	-	-	58,92
		11/05/2011	109,75	4,68	-	-	340	-	5,9	67	-	6,44	-	-	146,35
		28/05/2012	10,58	4,84	-	-	153	-	1,05	0,28	-	7,35	-	-	55,35
		11/06/2013	37,70	3,9	-	-	913	-	0,98	0,43	-	6,97	-	-	463,84
		17/11/2015	-	31,22	<0,01	0,405	142	8,89	<0,01	0,018	12,14	4,46	4	<0,1	81,3
7	Afluente do rio pio a montante margem direita 1	17/11/2015		5,85	33,36	0,225	146	8,23	<0,01	<0,01	10,91	6,51	12	<0,1	83,6
8	Afluente do rio pio a montante margem direita 2	17/11/2015		6,83	25,27	0,373	40,3	7,85	<0,01	0,137	9,13	6,57	26	<0,1	51,4
9	Afluente do rio pio a montante margem direita 3	17/11/2015		6,83	26,28	0,219	38,1	7,49	<0,01	0,117	10,02	6,66	8	<0,1	45,5
10	Afluente do rio pio a montante margem direita 4 ultimo a jusante	17/11/2015		8,78	25,27	0,197	48,7	8,83	0,1	0,149	9,73	6,35	4	<0,1	53,7

O que se verifica quando do comparativo das concentrações e principalmente das cargas carregadas pelos recursos hídricos superficiais é que estas já sofrem influências antes de receberem as contribuições da área do empreendimento, porém após estas áreas verifica-se um incremento considerável, principalmente quando do comparativo das cargas carregadas.

Analisando-se em especifico as cargas de acidez obtidas no rio Mãe Luzia antes e posteriormente a poligonal determinada para o empreendimento verifica-se um incremento superior aos 100% indicando forte influência desta parcela degradada.

Assim considerando as necessidades para o local torna-se importante a realização de ações de controle de uso e/ou recuperação ambiental destas áreas geradoras de passivos ambientais o que pode ser facilitado pelo reinício do processo minerário no local observando-se os projetos e as necessidades atreladas.

Para tanto é importante além da recuperação das parcelas de áreas degradadas que permanecem expostas e, principalmente, uma determinação e gestão integrada dos fluxos subsuperficiais pela condução e tratamento das possíveis drenagens ácidas ainda provenientes das parcelas degradadas.

Também pela implantação do empreendimento é importante que todas as drenagens ácidas sejam captadas e tratadas em todas as fases do empreendimento.



4.4.5.3 Avaliação do Potencial Hídrico Superficial

A avaliação do potencial hídrico superficial é feita com base nos resultados do monitoramento das nascentes, das principais drenagens, barragens e do açude. As campanhas de coleta e medidas de vazão foram realizadas entre os meses de fevereiro de 2009 a janeiro de 2010.

Os dados de precipitação representados no gráfico da Figura 68 foram obtidos do monitoramento realizado pela Carbonífera Criciúma através do pluviômetro instalado na Unidade Mineira IV – Volta Redonda.

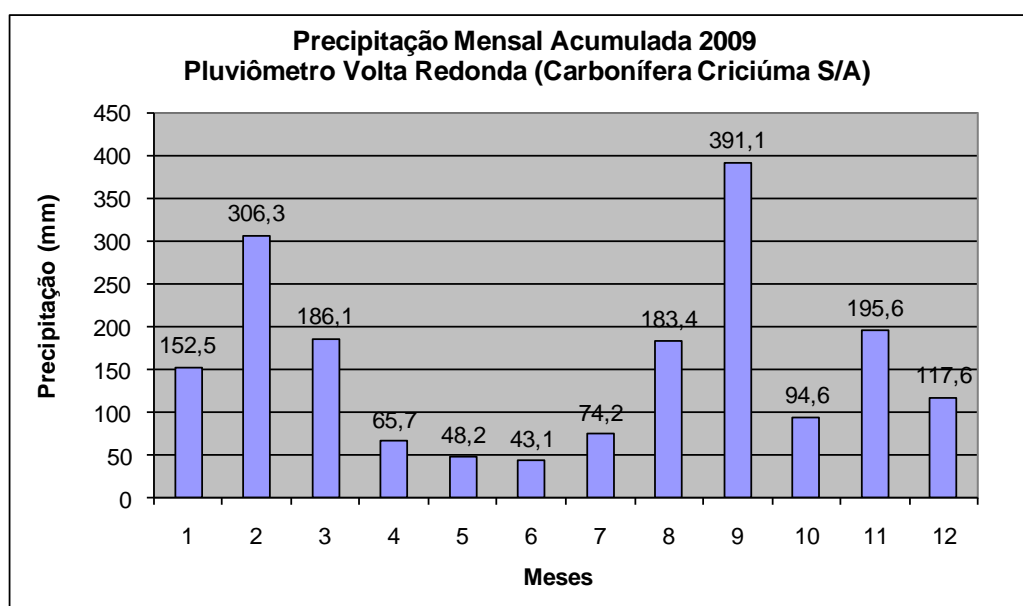


Figura 68: Precipitação acumulada mensal medida no pluviômetro da Unidade Mineira IV – Volta Redonda.

O gráfico mostra que as maiores precipitações ocorrem nos meses de setembro a março, enquanto nos meses de abril a julho verificam-se as menores precipitações. Isso evidencia que os meses escolhidos para o monitoramento são representativos das estações seca e úmida do ciclo hidrológico.

Na Tabela 22 resume-se o potencial hídrico local através do balanço das descargas medidas nos pontos DR4 e AR009 situados à montante das drenagens afluentes e na foz do rio do Pio, respectivamente.

As medidas de vazão do ponto DR4 que estiveram acima das vazões históricas medidas no ponto AR009 situado na foz do rio do Pio foram desconsideradas na análise do balanço das vazões. Vale lembrar que o ponto AR009 integra a rede de monitoramento coordenada pelo Grupo Técnico de Assessoramento (GTA) da Ação Civil Pública relativa à recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração de carvão, processo no. 2000.72.04.002543-9/SC.



Tabela 22: Balanço das descargas das drenagens afluentes das sub-bacias dos rios do Pio e Mãe Luzia.

ID Ponto	MÍNIMO m³/h	MÁXIMO m³/h	MÉDIA m³/h	DP MÉDIA m³/h	Nº NASCENTES	SUB-BACIA
DR-01	3,60	36,00	10,86	12,74	7	rio Mãe Luzia
DR-02	10,80	2401,20	712,65	641,35	115	rio do Pio
DR-03	7,20	1026,00	331,51	264,92		
DR-04*	219,60	7099,20	2041,34	2334,38		
DR-05	10,80	936,00	284,60	297,11		
DR-06	3,60	414,00	118,86	114,53		
AR009**	252,00	7752,56	2525,43	2188,46	Foz do rio do Pio	

* Desconsideraram-se os resultados acima da média histórica do ponto monitor AR009

** Ponto de monitoramento GTA (resultados históricos de 20 campanhas realizadas entre abril de 2002 e março de 2009)

Os resultados resumidos na Tabela 22, mostram que a maioria dos recursos hídricos superficiais existentes na área estudada são drenados para o rio do Pio (94,3%) e o restante para o rio Mãe Luzia (5,7%).

Levando-se em conta as descargas mínimas e máximas medidas entre os pontos DR4 e AR009, verifica-se que a contribuição dos recursos hídricos provenientes da área estudada no período monitorado variou de 8,4% a 12,8%, constatando-se que a contribuição é maior nos períodos de estiagem do que nos períodos de precipitação, podendo-se assumir que esse maior percentual corresponde à contribuição da água subterrânea de fluxo freático. Esses indicadores evidenciam que a área estudada tem uma importante contribuição no volume de água da sub-bacia do rio do Pio.

4.4.5.4 Qualidade dos Recursos Hídricos

As análises físico-químicas foram realizadas pelo laboratório LAQUA Laboratório de Análises Químicas e Ambientais da SATC Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina.

Adotaram-se os conceitos definidos na resolução CONAMA 396/2008 de 07 de abril de 2008 para o enquadramento da água subterrânea. Os critérios de enquadramento estabelecidos nessa resolução estão relacionados com o uso preponderante da água subterrânea que incluem consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação.



4.4.5.4.1 Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais

Os parâmetros utilizados para a caracterização físico-química dos recursos hídricos superficiais foram definidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para enquadramento e classificação e os padrões de potabilidade descritos na Portaria nº 1469/00 do Ministério da Saúde.

A vazão e a precipitação foram os indicadores da disponibilidade hídrica das drenagens e nascentes para as sub-bacias receptoras (Rio Mãe Luzia e Rio Pio). A rede utilizada para a caracterização físico-química e bacteriológica das águas superficiais possui 22 pontos de coleta distribuídos em 12 nascentes, 6 drenagens e 4 barragens (pontos de captação).

Além da análise qualitativa da água, o trabalho de caracterização dos recursos hídricos também contemplou medidas de vazão realizadas nas nascentes, drenagens e pontos de captação de água pelos proprietários do solo. Nessas barragens, as medidas de vazão foram feitas à montante e a jusante de modo a permitir a estimativa do volume de água utilizado pelos proprietários.

O critério para a definição dos pontos de coleta foi a sua representatividade em relação à hidrografia local e a sua importância como fontes de abastecimento de água para as comunidades Volta Redonda e São Vitor. Desse modo, as nascentes escolhidas para caracterização estão situadas em todos os ambientes geológicos e representam as surgências do sistema de fluxo freático ou superficial.

Tabela 23: Identificação e localização dos pontos de monitoramento.

PONTOS DE MONITORAMENTO	COORDENADAS		LOCALIZAÇÃO/ PROPRIEDADE
	UTM N	UTM E	
DR-01	6.841.984	650.639	Pedro Olin Gianizela
DR-02	6.842.627	650.333	Delirio Ubialli.
DR-03	6.843.430	649.700	Nelson Bonassa.
DR-04	6.843.847	649.620	João Fólis.
DR-05	6.843.854	649.554	Armando Massioli.
DR-06	6.844.028	648.877	Armando Massioli.
NAS04	6.841.836	650.426	João Batista da Rocha
NAS10	6.842.466	649.836	João Cardoso
NAS12	6.842.250	649.786	Carbonifera Criciúma
NAS19	6.842.700	650.066	Mario Francisco Fernades
NAS46	6.843.233	649.738	José de Souza
NAS49	6.843.168	650.071	Francisco Matias
NAS52	6.843.182	649.491	Manoel Mendes
NAS53	6.843.473	649.534	Valdir Mariani
NAS77	6.841.978	649.401	Carbonifera Criciúma
NAS85	6.843.982	649.008	Nivaldo Possoli
NAS87	6.843.696	648.352	Nelson Possoli
NAS88	6.843.921	648.148	Micanor Possoli
BR4	6.842.091	650.876	Pedro Mereti
BR9	6.843.277	648.401	André Borges
BR16	6.843.796	649.600	Nelson Bonassa.
BR19	6.844.133	648.328	Valmir José Mariani



As concentrações dos indicadores físico-químicos verificadas no monitoramento, à exceção do alumínio, classificam a qualidade dos recursos hídricos na área estudada como classe III, de acordo com a resolução CONAMA 357, Seção 2, Art.4º. item IV, segundo a qual a água pode ser utilizada para consumo humano mediante tratamento convencional ou avançado, recreação e dessedentação de animais.

Os resultados do monitoramento mostram também que houve variações nas concentrações de ferro, alumínio e manganês ao longo das campanhas que podem indicar a influência do regime de chuvas na diluição desses metais. À despeito da influência do processo de diluição, considera-se que as concentrações elevadas desses metais estão dentro do padrão hidroquímico regional.

Vale ressaltar que os teores elevados dos metais e baixo valores de pH verificados no ponto DR01 indicam contaminação desse recurso com drenagem ácida de mina.

Nenhum dos pontos monitorados dos recursos hídricos na área estudada atende, conjuntamente, aos padrões físico-químicos e bacteriológicos de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS 1469/2000.

Na tabela 16 são apresentados os resultados obtidos do monitoramento realizado em diferentes etapas.



Tabela 24: Resultado do monitoramento dos recursos hídricos superficiais (drenagens, nascentes e barragens).

PONTO	DATA	DBO mg/L	DQO mg/L	OD mg/L	pH	Acidez mg/L	Turbidez NTU	Alcalinidade mg/L	Cond. µS/cm	Solid. dis. mg/L	Solid. sed mg/L	Sulfatos mg/L	Al mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Cu mg/L	Zn mg/L	Vazão m³/h	Coliformes UFC / 100 mL		
																			Fecais	Totais	
DR-01	03/02/09	5,60	170,00	5,90	5,20	16,30	9,65		31,00	24,00	<1	N.D.	N.D.	3,24	0,05	N.D.	N.D.				
DR-01	28/04/09																				
DR-01	12/05/09	4,00	<10	4,20	4,00	20,40	3,40		66,00	29,00	N.D.	N.D.	N.D.	2,25	N.D.	0,01	0,01	3,60	2,30E+01	2,40E+02	
DR-01	28/05/09																	7,20			
DR-01	08/06/09	0,00	<4	6,20	4,10	21,40	7,35		45,00	32,00	<1	19,70	0,85	1,42	0,07	0,00	0,00		6,80E+00	4,50E+00	
DR-01	25/06/09																	3,60			
DR-01	07/07/09	N.D.	12,30	5,80	4,40	30,10	18,24		48,00	11,00	<1	22,90	1,36	4,13	0,19	N.D.	0,00		7,00E+01	7,00E+01	
DR-01	22/07/09																	3,60			
DR-01	04/08/09	N.D.	11,20	8,90	3,90	20,60	5,52		81,00	8,90	<1	20,30	2,59	2,55	N.D.	N.D.	N.D.	36,00	4,50E+00	4,50E+00	
DR-01	20/08/09																	21,60			
DR-01	02/09/09	0,00	8,30	7,20	4,30	14,40	15,26		54,00	41,00	<1	23,00	3,40	1,57	0,22	N.D.	0,01	7,20	4,90E+02	4,90E+03	
DR-01	21/09/09																	7,20			
DR-01	30/09/09																	21,60			
DR-01	13/10/09	N.D.	<4	9,30	4,20	18,20	3,26		49,00	24,00	N.D.	19,40	0,63	0,45	0,01	0,00	0,00	7,20	7,80E+00	1,30E+01	
DR-01	11/01/10	1,00	N.D.	6,30	4,00	20,40	1,36			12,30		12,30	0,78	0,55	0,03	N.D.	N.D.	28,80	4,90E+01	6,30E+02	
DR-01	29/01/10																	14,40			
DR-01	08/02/10	5,00	N.D.	4,40	4,10	15,30	1,70	N.D.		3,00		16,60	0,34	0,70	0,03	0,01	N.D.	3,60	1,30E+02	1,70E+03	
DR-02	03/02/09	4,20	156,00	5,90	6,20	10,50	19,32		47,00	26,00	N.D.	N.D.	N.D.	3,55	0,08	N.D.	N.D.	622,80			
DR-02	16/02/09																	93,60			
DR-02	12/05/09	3,00	<10	5,80	6,80	8,20	3,97		63,00	40,00	N.D.	N.D.	N.D.	3,49	N.D.	0,00	N.D.		2,40E+03	2,40E+03	
DR-02	28/05/09																				
DR-02	08/06/09	1,00	6,80	7,00	6,40	9,70	5,34		53,00	55,00	N.D.	19,40	N.D.	1,13	0,02	0,00	N.D.		7,00E+01	1,10E+02	
DR-02	25/06/09																	10,80			
DR-02	07/07/09	N.D.	<4	6,80	6,90	11,20	15,66		66,00	39,00	<1	21,20	0,65	4,58	0,25	N.D.	0,01		2,30E+01	2,30E+01	
DR-02	22/07/09																	21,60			
DR-02	04/08/09	N.D.	9,30	9,50	6,20	10,30	11,94		41,00	43,00	N.D.	20,70	2,18	2,47	N.D.	N.D.	N.D.	180,00	4,70E+01	1,60E+03	
DR-02	20/08/09																	2401,20			
DR-02	02/09/09	4,00	12,00	7,10	6,70	9,30	25,75		57,00	69,00	<1	23,70	2,50	1,90	0,20	0,00	0,01	86,40	4,90E+03	3,50E+04	
DR-02	21/09/09																	378,00			
DR-02	30/09/09																	1580,40			
DR-02	13/10/09	N.D.	7,50	9,10	6,10	9,10	13,12		38,00	51,00	N.D.	20,60	0,42	1,28	N.D.	0,00	N.D.	658,80	2,40E+01	3,30E+02	
DR-02	11/01/10	1,00	N.D.	6,70	6,20	7,10	19,68	20,80		47,00		13,30	0,83	1,63	0,03	N.D.	N.D.	1134,00	7,00E+02	5,40E+03	
DR-02	29/01/10																	896,40			
DR-02	08/02/10	6,00	8,60	4,80	6,60	5,10	42,50			21,00		21,80	0,11	3,53	0,26	0,02	N.D.	273,60	1,10E+03	1,60E+04	
DR-03	03/02/09	2,80	160,00	6,70	6,60	8,40	12,14		47,00	26,00	N.D.	N.D.	N.D.	3,09	0,03	N.D.	N.D.	298,80			
DR-03	16/02/09																	43,20			
DR-03	12/05/09	3,00	<10	6,80	7,10	6,60	2,95		74,00	51,00	N.D.	N.D.	N.D.	1,81	N.D.	0,01	N.D.	21,60	1,30E+02	2,30E+02	
DR-03	28/05/09																	32,40			
DR-03	08/06/09	0,00	<4	8,00	6,70	8,20	1,10		64,00	59,00	N.D.	17,50	N.D.	0,17	0,48	0,01	N.D.	7,20	3,30E+01	7,00E+01	
DR-03	25/06/09																	18,00			
DR-03	07/07/09	N.D.	<4	7,20	7,10	11,70	6,26		72,00	36,00	<1	18,10	0,44	4,21	N.D.	N.D.	0,16	7,20	2,30E+01	2,30E+01	
DR-03	22/07/09																	50,40			
DR-03	04/08/09	N.D.	8,80	9,60	6,80	3,10	6,84		42,00	50,00	N.D.	18,90	1,70	2,25	N.D.	N.D.	N.D.	140,40	4,70E+01	1,60E+03	
DR-03	20/08/09																	1026,00			
DR-03	02/09/09	3,00	6,70	7,80	7,10	6,20	33,75		62,00	61,00	<1	28,70	2,49	1,50	0,17	N.D.	0,00	162,00	2,40E+03	7,90E+03	
DR-03	21/09/09																	100,80			
DR-03	30/09/09																	907,20			
DR-03	13/10/09	N.D.	<4	9,30	6,50	7,10	9,04		43,00	51,00	<1	19,80	0,21	1,24	0,00	N.D.	N.D.	468,00	9,30E+00	3,30E+01	
DR-03	11/01/10	2,00	N.D.	5,70	6,60	6,10	6,74			40,00		6,74	0,68	1,44	N.D.	N.D.	N.D.	759,60	7,90E+01	1,60E+04	
DR-03	29/01/10																	334,80			
DR-03	08/02/10	4,00	N.D.	6,20	7,00	6,10	9,80	25,70		6,20		17,30		2,05	0,14	0,02	N.D.	126,00	1,60E+04	1,60E+04	
DR-04	03/02/09	4,20	167,00	6,80	6,80	6,80	11,73		58,00	38,00	N.D.	N.D.	N.D.	2,56	0,00	N.D.	N.D.	3834,00			
DR-04	16/02/09																	1292,40			
DR-04	28/04/09																	2242,80			
DR-04	12/05/09	3,00	13,00	7,70	6,90	6,10	2,88		86,00	62,00	N.D.	N.D.	0,02	2,07	N.D.	0,01	0,00	511,20	4,90E+01	2,40E+02	
DR-04	28/05/09																	892,80			
DR-04	08/06/09	1,00	<4	8,30	6,40	11,70	5,53		96,00	90,00	N.D.	30,10	1,24	1,32	0,13	0,00	0,02	327,60	1,30E+01	1,70E+01	
DR-04	25/06/09																	435,60			
DR-04	07/07/09	2,00	7,00	7,80	6,20	22,40	5,08		108,00	78,00	N.D.	29,70	1,43	4,61	0,05	N.D.	0,22	219,60	4,50E+00	4,50E+00	
DR-04	22/07/09																	1029,60			
DR-04	04/08/09	N.D.	<4	9,70	7,00	4,60	10,19		59,00	9,70	N.D.	21,20	2,22	2,16	N.D.	N.D.	N.D.	1566,00	9,20E+02	9,20E+02	
DR-04	20/08/09																	9421,20			
DR-04	02/09/09	2,00	9,10	8,20	6,80	8,20	25,70		83,00	131,00	<1	25,20	3,88	3,14	0,19	N.D.	0,00	1645,20	3,30E+03	3,30E+03	
DR-04	21/09/09																	3459,60			
DR-04	30/09/09																	10630,80			
DR-04	13/10/09	1,00	<4	9,70	6,70	3,00	9,68		47,00	54,00	N.D.	18,90	0,49	0,67	N.D.	N.D.	0,00	5205,60	1,40E+01	4,70E+02	
DR-04	11/01/10	3,00	N.D.	7,20	6,80	5,10	13,77			43,00		13,30	0,49	0,72	N.D.	N.D.	N.D.	7099,20	2,70E+01	3,50E+02	
DR-04	29/01/10																	4892,40			
DR-04	08/02/10	3,00	N.D.	7,00	7,10	5,10	11,26	20,80		42,00		19,40	0,42	0,95	0,01	0,02	N.D.	2696,40	1,60E+04	1,60E+04	
DR-05	03/02/09	2,80	168,00	6,70	6,60	6,30	14,43		46,00	36,00	N.D.	N.D.	N.D.	3,05	0,00	N.D.	N.D.	356,40			
DR-05	16/02/09																	176,40			
DR-05	28/04/09																	176,40			
DR-05	28/05/09																	86,40			
DR-05	08/06/09	1,00	<4	7,70	6,70	6,10	3,77		58,00	53,00	N.D.	19,10	0,13	0,50	0,00	0,01	N.D.	10,80	2,40E+03	2,40E+03	
DR-05	25/06/09																	32,40			
DR-05	07/07/09	N.D.	<4	7,00	7,00	10,20	3,95		70,00	41,00	<1	19,70	0,58	3,82	0,05	N.D.	N.D.	25,20	2,30E+01	4,90E+01	
DR-05	22/07/09																	46,80			
DR-05	04/08/09	N.D.	9,30	9,50	6,90	4,60	9,86		41,00	45,00	N.D.	20,40	1,70	2,08	N.D.	N.D.	N.D.	169,20	2,40E+01	3,50E+02	



4.4.5.4.2 Qualidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos

Todos os poços foram desenvolvidos até o esgotamento da água utilizada na sondagem, aguardando-se por sete dias a recarga da formação para a realização dos testes de bombeamento/rebaixamento e a para a coleta da água subterrânea.

A Tabela 25, apresenta a localização dos poços construídos para monitoramento das águas profundas na área do Projeto Mina Volta redonda Norte.

Tabela 25: Localização dos poços de monitoramento..

PIEZÔMETRO	UTM-E	UTM-N
PE1	648.597	6.843.373
PE2	648.615	6.843.639
PE3	648.456	6.843.866
PE4	648.423	6.844.073
PE5	648.594	6.843.944
PE6	648.674	6.844.034
PE7	648.571	6.844.341
PZVRN1	649.354	6.841.925
PZVRN2	648.928	6.844.039
PZVRN4	649.769	6.843.677
PZVRN7	649.319	6.843.246
PZVRN8	650.179	6.842.664
PZVRN9	649.774	6.842.442

Adotaram-se os conceitos definidos na resolução CONAMA 396/2008 de 07 de abril de 2008 para o enquadramento da água subterrânea. Os critérios de enquadramento estabelecidos nessa resolução estão relacionados com o uso preponderante da água subterrânea que incluem consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação.

Os resultados das análises resumidas na Tabela 24, indicam que água subterrânea do aquífero superficial apresenta assinatura hidroquímica cloretada sódica com teores mais elevados de potássio e magnésio do que de cálcio.

De acordo com a referida resolução Conama, as características hidroquímicas da água subterrânea não permitem seu uso para consumo humano sem tratamento adequado devido à alteração de qualidade por atividades antrópicas relacionada com a concentração de coliformes fecais e totais.

Além das contagens elevadas de coliformes, a água subterrânea apresenta concentrações de ferro, manganês, alumínio e chumbo que também não se prestam para consumo humano, no entanto permitem sua utilização para dessedentação de animais e irrigação.

Em razão dessas características físico-químicas e bacteriológicas, destacadas na Tabela 26, em vermelho a água subterrânea local é classificada como classe 4 pela mesma resolução.



Tabela 26: Resultados das análises físico-químicas das águas subterrâneas.

LOCAL DA COLETA	DATA	pH	Acidez mg/L	Alcal Total mg/L	Cloretos mg/L	Sólds. Dissolts (mg/L)	Sulfato mg/L	OD mg/L	Turbidez (NTU)	Al mg/L	Ca mg/L	Cu mg/L	Fe mg/L	Mg mg/L	Mn mg/L	K mg/L	Na mg/L	Zn mg/L	Pb mg/L	Coliformes UFC/100 mL		SISTEMA ADE FLUXO
																				Fecais	Totais	
PE 1	12/1/10	5	13,30	N.D.	1,60	74,00	11,30	6,50	0,01	0,68	0,32	N.D.	0,14	0,41	N.D.	1,77	2,52	0,01	N.D.	4,60E+02	1,60E+04	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 1	9/2/10	4,7	10,20	N.D.	4,30	23,00	11,00	5,70	7,26	0,11	0,14	0,03	0,20	0,23	N.D.	0,60	3,02	0,01	N.D.	1,30E+03	4,90E+03	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 2	12/1/10	5,8	27,50	11,90	9,10	109,00	10,50	5,70	2,59	0,88	2,32	N.D.	N.D.	3,44	N.D.	3,29	8,97	N.D.	N.D.	4,60E+02	9,20E+03	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 2	9/2/10	5,6	6,10	20,80	12,80	70,00	11,00	5,30	2,34	N.D.	1,64	0,02	0,21	3,24	N.D.	2,02	10,44	0,01	N.D.	3,50E+04	1,60E+05	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 3	12/1/10	6,1	10,20	7,30	4,30	108,00	22,70	6,40	41,90	4,03	0,49	N.D.	2,02	1,16	N.D.	15,05	3,65	N.D.	N.D.	5,40E+03	1,60E+04	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 3	9/2/10	5,5	6,10	6,60	6,90	82,00	14,70	3,20	13,30	0,84	0,81	0,03	0,72	1,32	0,02	9,85	82,00	0,00	N.D.	3,30E+03	2,20E+04	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 4	12/1/10	5,2	14,30	N.D.	3,20	72,00	12,60	6,40	11,94	0,54	0,37	N.D.	0,16	0,84	N.D.	2,51	72,00	N.D.	N.D.	3,50E+03	1,60E+04	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 4	9/2/10	5,2	7,10	6,60	4,30	60,00	13,20	3,70	5,36	0,11	0,73	0,03	0,41	1,60	N.D.	6,15	60,00	0,00	N.D.	1,30E+03	4,90E+03	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 5	12/1/10	6	30,60	29,70	6,50	114,00	13,80	4,30	6,97	0,83	3,15	N.D.	0,18	3,74	N.D.	5,78	6,22	N.D.	N.D.	1,40E+03	1,60E+04	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 5	9/2/10	5,9	6,10	27,70	2,70	80,00	11,50	5,50	2,50	N.D.	2,08	0,03	0,25	3,72	N.D.	3,50	9,24	N.D.	N.D.	4,90E+03	1,60E+05	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 6	12/1/10	6	8,20	5,30	7,00	96,00	9,30	6,90	3,67	0,78	1,06	N.D.	0,11	2,60	N.D.	4,77	4,66	N.D.	N.D.	5,40E+03	5,40E+03	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 6	9/2/10	5,6	4,10	19,80	5,90	72,00	8,80	5,80	4,73	N.D.	1,10	0,03	0,22	2,86	N.D.	2,30	7,06	N.D.	N.D.	7,90E+02	2,30E+03	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 7	12/1/10	6,4	22,40	56,40	17,60	190,00	39,20	2,60	78,60	7,65	1,37	N.D.	4,17	4,64	N.D.	33,06	12,16	N.D.	N.D.	1,60E+04	1,60E+04	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PE 7	9/2/10	6,5	5,10	56,40	14,40	137,00	30,00	1,20	43,40	2,68	2,28	0,04	4,25	4,74	0,40	20,43	10,62	N.D.	N.D.	2,80E+04	3,50E+04	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PzVRN2	13/1/10	6,1	43,90	36,60	6,40	96,00	78,80	2,90	1765,00	53,05	0,33	0,19	37,89	6,24	N.D.	7,06	5,90	0,21	N.D.	3,30E+01	1,40E+02	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PzVRN2	10/2/10	6,2	51,00	42,60	1,10	107,00	11,80	4,10	1420,00	37,76	0,27	0,24	26,58	5,66	0,12	10,96	107,00	0,19	0,03			SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PzVRN4	13/1/10	5,4	34,70	2,60	7,50	116,00	12,60	2,40	28,40	1,46	0,71	N.D.	1,50	7,48	N.D.	6,12	10,74	0,06	N.D.	1,70E+01	3,90E+02	SUPERFICIAL COBERTURA
PzVRN4	10/2/10	5,3	33,70	5,30	5,90	144,00	10,30	5,10	4,40	1,18	1,10	0,06	0,95	7,80	0,17	2,54	12,01	0,08	N.D.			SUPERFICIAL COBERTURA
PmVRN5B	13/1/10	5,8		5,30	6,40	46,00	13,40	4,50	42,60	1,76	0,26	0,00	2,87	1,41	N.D.	3,00	6,06	0,06	N.D.	1,80E+02	1,60E+03	SUPERFICIAL RIO BONITO
PmVRN5B	10/2/10	5,2	22,40	2,60	1,10	67,00	12,40	5,50	17,34	1,41	0,37	0,04	1,54	1,33	0,06	1,42	4,60	0,03	N.D.	9,20E+02	2,10E+03	SUPERFICIAL RIO BONITO
PzVRN7	10/2/10	5,4	51,00	19,00	3,20	62,00	10,10	5,60	134,00	5,78	0,02	0,06	7,12	0,35	N.D.	6,03	62,00	0,03	N.D.	1,10E+03	1,70E+04	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
PzVRN8	13/1/10	5,9	60,20	30,70	7,50	71,00	70,20	2,10	1012,00	38,17	0,21	0,10	29,63	7,22	0,47	6,59	4,54	0,12	N.D.	1,30E+02	2,80E+03	SUPERFICIAL COBERTURA
PzVRN8	11/2/10	6,3	39,80	64,40	4,30	132,00	13,00	2,30	514,00	20,12	2,30	0,11	24,81	10,00	0,94	5,04	9,94	0,06	N.D.	2,00E+01	2,20E+02	SUPERFICIAL COBERTURA
PzVRN9	11/2/10	6,4	27,50	55,40	4,80	104,00	31,40	2,60	1125,00	29,08	0,86	0,11	32,69	5,68	0,24	6,95	10,82	0,20	0,07	4,90E+03	1,60E+05	SUPERFICIAL IRATI/PALERMO
ANEXO I RESOLUÇÃO CONAMA 396/2008 - CONSUMO HUMANO					250	<1000 Classe I	250		250	0,2		2	0,3 (<0,3 Classe I)		0,1		200	5		ausente		
ANEXO I RESOLUÇÃO CONAMA 396/2008 - DESSEDENTÇÃO DE ANIMAIS							1000		250	5		0,5			0,05			24		200		
ANEXO I RESOLUÇÃO CONAMA 396/2008 - IRRIGAÇÃO					100 a 700				250	5		0,2	5		0,2			2				
ANEXO I RESOLUÇÃO CONAMA 396/2008 - RECREAÇÃO					400		400		250	0,2		1	0,3		0,1		300	5		1000		



4.4.5.4.3 Cadastro das Nascentes

As nascentes da área em tela foram cadastradas através de levantamento em campo. Esse cadastro foi realizado pela Engenheira Ambiental Rafaela Garcia da Silva e do Engenheiro Agrimensor Carlos Getúlio Machado.

Cada nascente foi cadastrada com levantamento topográfico plani-altimétrico, assim como as captações de água em poços e barragens utilizadas pela comunidade. A localização das nascentes é mostrada no mapa hidrogeológico em anexo.

Segundo Valente (2005), nascentes são manifestações superficiais de água subterrânea, dando origem a cursos d'água, que formam a rede de drenagens afluentes dos rios nas sub-bacias e bacias.

Quanto à origem, podem ser formadas tanto por aquíferos freáticos quanto artesianos (confinados entre camadas impermeáveis), podendo surgir por contatos das camadas impermeáveis com a superfície, por afloramento em depressões de terreno, por falhas geológicas, ou ainda, o conjunto de uma ou mais das formas descritas. Na área em tela todas as nascentes têm como origem o sistema aquífero superficial.

As nascentes de depressão podem se manifestar em pontos bem definidos, representados por pequenos vazamentos superficiais espalhados por uma área que se apresenta encharcada (banhado) e vai acumulando água em poças até dar início a fluxos contínuos, sendo conhecidas como nascentes difusas como é o caso da área em tela.

São caracterizadas, também, pela persistência de seus fluxos em perenes, intermitentes, temporárias ou efêmeras. No caso das nascentes cadastradas todas são classificadas como perenes.

No Anexo II – Cadastro das Nascentes descrevem-se as nascentes cadastradas na área em tela e a documentação fotográfica ilustrando sua tipologia.

A tabela 14 apresenta os resultados das análises.



Tabela 27: Resultados do monitoramento das nascentes. .

PONTO	DATA	DBO mg/L	DQO mg/L	OD mg/L	pH	Acidez mg/L	Turbidez NTU	Solid.di s.mg/L	Sulfatos mg/L	Alcalinid ade	Al mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Cu mg/L	Zn mg/L	Coliformes UFC / 100	
																Fecais	Totais
NAS04	11/01/10	6,00	N.D.	7,80	5,90	8,20	13,32	28,00	13,30	2,00	0,49	1,23	N.D.	N.D.	N.D.	1,60E+04	1,40E+03
NAS04	08/02/10	7,00	16,60	7,50	6,00	9,70	17,02	35,00	14,40	5,30	0,62	1,48	0,01	0,00	0,00	7,00E+01	1,70E+02
NAS10	11/01/10	5,00	5,60	5,70	5,80	9,20	12,28	35,00	14,00	2,00	0,98	0,97	N.D.	N.D.	N.D.	7,90E+02	9,20E+03
NAS10	18/02/10	9,00	28,10	2,20	5,10	24,50	49,30	63,00	25,80	5,90	2,56	3,71	0,07	0,01	N.D.	2,30E+02	1,30E+04
NAS12	18/01/10	10,00	18,50	3,60	5,50	14,30	122,50	110,00	53,50	2,00	12,80	9,40	N.D.	N.D.	N.D.	2,10E+02	4,60E+02
NAS12	08/02/10	10,00	31,80	1,50	5,60	12,20	106,00	85,00	49,90	6,60	10,59	9,57	0,34	0,01	0,04	3,20E+02	1,60E+03
NAS19	11/01/10	3,00	4,00	3,30	6,10	11,20	14,84	60,00	15,30	11,90	1,42	4,32	0,10	N.D.	N.D.	2,40E+02	1,30E+03
NAS46	18/01/10	10,00	N.D.	9,60	5,80	16,30	15,00	36,00	14,10	11,20	2,45	2,09	N.D.	N.D.	N.D.	7,00E+02	5,40E+03
NAS46	18/02/10	13,00	19,10	4,20	5,10	21,40	64,45	55,00	27,20	7,90	4,40	4,70	0,24	0,02	0,00	4,90E+03	1,30E+04
NAS49	18/01/10	5,00	N.D.	6,00	4,60	35,70	5,42	18,00	13,00	N.D.	3,29	0,43	N.D.	N.D.	N.D.	1,10E+02	1,40E+03
NAS49	18/02/10	4,00	4,80	3,90	4,00	23,50	9,82	28,00	14,40	N.D.	1,18	0,93	N.D.	0,03	N.D.	1,40E+03	2,40E+04
NAS52	18/01/10	5,00	N.D.	6,10	6,50	10,20	9,60	44,00	15,00	24,80	3,09	1,52	N.D.	N.D.	N.D.	2,30E+02	7,00E+02
NAS52	18/02/10	5,00	9,20	6,40	5,60	10,20	10,75	34,00	15,70	9,20	1,07	1,90	0,09	0,03	N.D.	4,90E+03	2,20E+04
NAS53	18/01/10	10,00	13,40	6,10	6,40	11,20	21,90	67,00	18,40	11,90	3,54	4,38	0,00	0,00	N.D.	1,10E+02	3,90E+02
NAS53	18/02/10	20,00	36,80	6,40	5,60	21,40	25,40	46,00	16,00	6,60	1,52	4,97	0,35	0,04	N.D.	2,40E+03	2,40E+03
NAS77	11/01/10	7,00	N.D.	4,80	5,00	22,40	12,23	25,00	10,90	2,00	0,93	1,20	N.D.	N.D.	N.D.	3,30E+01	1,30E+02
NAS77	08/02/10	6,00	N.D.	21,70	5,10	30,60	3,80	N.D.	13,40	6,60	N.D.	0,28	0,01	0,01	0,01	9,30E+01	1,70E+02
NAS85	21/01/10	4,00	N.D.	4,30	6,70	12,20	16,72	66,00	12,50	13,20	3,93	2,05	N.D.	0,00	N.D.	2,80E+03	9,20E+03
NAS85	18/02/10	4,00	N.D.	6,20	6,50	8,20	9,20	37,00	12,80	13,20	0,48	1,67	0,02	0,05	N.D.	3,30E+02	2,40E+03
NAS87	18/01/10	7,00	N.D.	9,90	6,80	9,20	17,75	56,00	14,70	20,80	2,94	1,34	N.D.	0,00	N.D.	2,20E+03	2,80E+03
NAS87	18/02/10	4,00	12,50	7,40	6,40	8,20	4,84	56,00	12,40	12,50	0,73	1,11	0,02	0,03	N.D.	2,00E+01	4,30E+03
NAS88	21/01/10	4,00	N.D.	4,60	6,50	14,30	12,00	67,00	7,20	11,20	3,93	2,53	N.D.	0,01	N.D.	4,90E+02	1,40E+03
NAS88	18/02/10	5,00	7,70	5,60	6,30	10,20	12,04	28,00	16,60	11,20	0,73	2,34	0,05	0,05	N.D.	9,20E+03	9,20E+03
RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 (Art. 15)		até 5		> =5	6 a 9		até 100	500	250		0,1	0,3	0,1		0,18	1000	
PORTARIA MS 1469/00 PADRÕES DE POTABILIDADE					6 a 9,5		250		250		0,2	0,3	0,1			0	0



4.4.5.5 Considerações Finais e Recomendações

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos da sub-bacia foram impactados pela ocupação do solo, supressão da mata ciliar e substituição da mata nativa por reflorestamentos de eucaliptos. Do total de 122 nascentes cadastradas, a maioria situa-se em locais cujo uso do solo representa algum tipo de impacto aos recursos hídricos. Esse impacto atua diretamente na capacidade de armazenamento e transmissividade do sistema freático e, portanto, reduz a disponibilidade hídrica da sub-bacia do rio do Pio.

As concentrações dos indicadores físico-químicos verificadas no monitoramento, à exceção do alumínio, classificam a qualidade dos recursos hídricos superficiais na área estudada como classe III, de acordo com a resolução CONAMA 357, Seção 2, Art.4º. item IV, segundo a qual a água pode ser utilizada para consumo humano mediante tratamento convencional ou avançado, recreação e dessedentação de animais.

As concentrações de ferro, alumínio e manganês apresentaram variações ao longo das campanhas que podem indicar a influência do regime de chuvas na diluição desses metais. Apesar da influência do processo de diluição nos resultados, considera-se que as concentrações elevadas dos metais estão associadas ao padrão hidroquímico regional e não provêm de fontes de contaminações antrópicas, pois são encontradas em todas as sub-bacias da vertente oeste do Montanhão (sub-bacias dos rios Kuntz, Mãe Luzia, Morozini e Ferreira).

Nenhum dos pontos monitorados dos recursos hídricos na área estudada atende, conjuntamente, aos padrões físico-químicos e bacteriológicos de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS 1469/2000.

Os recursos hídricos na área em tela são representados por 122 nascentes, 25 banhados, 28 açudes e cursos d'água, os quais, à exceção da drenagem situada no SE da área (DR1), não foram afetados pela atividade de mineração de carvão.

Os teores elevados dos metais e baixos valores de pH verificados no ponto DR01 indicam a contaminação desse recurso com drenagem ácida de mina.

Os recursos hídricos existentes na área são utilizados, principalmente, para a avicultura. Esses recursos não são suficientes para o abastecimento das propriedades situadas na localidade de São Vítor (sub-bacia do rio do Pio), notadamente, pelo consumo elevado de água pela citada atividade. Por essa razão, a maior parte da água consumida no local provém de captações situadas fora da área de influência indireta do empreendimento.

As nascentes existentes na área são drenadas para o rio do Pio na proporção de 94,3% e o restante para o rio Mãe Luzia (5,7%).

A contribuição dos recursos hídricos provenientes da área estudada no período monitorado variou de 8,4% a 12,8%, constatando-se que essa contribuição é maior nos períodos de estiagem do que nos períodos de maior precipitação, podendo-se assumir que esse maior percentual decorre da capacidade de armazenamento freático em zonas de recarga. Esses indicadores evidenciam que a área estudada tem uma importante contribuição no volume de água da sub-bacia do rio do Pio.



A condutividade hidráulica no perfil hidrogeológico local está relacionada com a heterogeneidade da constituição litológica, com a presença ou não de estruturas sedimentares e com a conectividade das fraturas. Em razão disso, num mesmo perfil hidroestratigráfico uma única unidade litológica, tal com um folhelho, um arenito ou um siltito pode ser caracterizada como um aquífero ou como um aquífero dependendo da permeabilidade. Na área em tela, as litologias que formam a cobertura da camada de carvão Barro Branco não possuem permeabilidade primária e o fluxo da água profundo pode ocorrer em função da permeabilidade secundária.

De acordo com a resolução Conama 396/2008, as características hidroquímicas da água subterrânea não permitem seu uso para consumo humano sem tratamento adequado devido à alteração de qualidade por atividades antrópicas relacionada com a concentração de coliformes fecais e totais.

Além das contagens elevadas de coliformes, a água subterrânea apresenta concentrações de ferro, manganês, alumínio e chumbo que também não estão de acordo com os padrões para consumo humano, no entanto permitem sua utilização para dessedentação de animais e irrigação.

Foram realizados dois testes de bombeamento em poço monitores construídos com penetração total no sistema freático próximos a zonas de falhas/fraturas. Esses poços apresentaram capacidade específica maior do que 10 L/h/m, revelando boa potencialidade para produção de água na profundidade em que foram realizados. No entanto, vale ressaltar que nos demais poços que compõem a malha de monitoramento (1, 2, 3A, 4, 5A, 8 e 9) não foi possível a realização dos testes devido à pequena coluna d'água, o que é um indicativo de que fora das zonas de falha é baixa a potencialidade hídrica do sistema freático.

A permeabilidade vertical das Formações Irati, Palermo e Rio Bonito que formam a cobertura da camada de carvão variou de $9,9 \times 10^{-9}$ cm/s a $7,7 \times 10^{-10}$ cm/s, ou seja, não transmitem a água da superfície para a subsuperfície no nível da camada de carvão, exceto em zonas condicionadas a estruturas geológicas fraturadas que apresentarem conexão hidráulica.

Em se tratando de permeabilidade secundária deve-se considerar que o movimento da água ocorrerá quando os planos das discontinuidades estiverem abertos e interligados entre si, ou seja, o fato de haver fraturas e planos de estratificação não significa, necessariamente, que o maciço é permeável.

O fluxo da água subterrânea do sistema profundo é controlado por estruturas geológicas subhorizontais e verticais. No caso específico do sistema de fluxo associado à Formação Rio Bonito da área em tela a transmissão da água pode ocorrer nos planos de estratificação, disjunções horizontais e verticais e zonas de falhas permeáveis.

Como a permeabilidade vertical é muito baixa tanto nas formações confinantes como na cobertura imediata da camada de carvão Barro Branco, o fluxo da água na direção vertical é desprezível, razão pela qual a origem da água nesse sistema é a infiltração direta do sistema superficial em zonas de falha/fratura e a recarga regional que ocorre, principalmente, nas áreas aflorantes do intervalo superior da Formação Rio Bonito.



Os resultados das análises petrográficas realizadas com amostras do perfil geológico da cobertura da camada Barro Branco para avaliar a porosidade intergranular concluiu que as diferentes unidades que compõem esse perfil não são capazes de armazenar e permitir o fluxo de líquidos no seu interior em função de sua reduzida porosidade. Essa redução na porosidade ocorreu por compactação mecânica e por dissolução decorrente da pressão intergranular, resultando num empacotamento fechado. Além da compactação, houve, também, a perda da porosidade através do processo de cimentação com calcita que ocorreu em duas fases distintas ao longo do processo diagenético e da sílica pelo crescimento interaxial.

A atividade de lavra subterrânea pode captar recursos hídricos somente na interceptação de estruturas com condutividade hidráulica. Os resultados dos ensaios de permeabilidade demonstram que a condutividade hidráulica vertical é muito baixa, impedindo o aporte de águas superficiais ao interior da mina, exceto quando esta se desenvolver muito próximo a superfície.

O conjunto de dados obtidos pelo levantamento geológico e modelamento estrutural permite a localização das principais zonas d falhas, sendo recomendável que a empresa adote procedimentos de investigação (e.g. sondagem horizontal, geofísica) destas estruturas durante o desenvolvimento da lavra.

Com a atualização dos dados estruturais mapeados ao longo do desenvolvimento da mina, será possível antecipar medidas de controle de eventuais aportes hídricos, tanto superficialmente quanto em subsolo.

Recomenda-se a continuidade do monitoramento dos recursos hídricos, notadamente a medida do nível estático dos poços monitores e dos poços escavados, assim como as medidas de vazão dos pontos monitores situados nas drenagens e barragens com frequência mensal. A manutenção do monitoramento é fundamental para o conhecimento do ciclo hidrológico local e para medidas eventuais de controle e intervenção durante a instalação e operação do empreendimento.

4.4.6 Uso e ocupação do solo

Com relação ao uso e ocupação do solo na área onde será instalado o empreendimento, podemos observar que há pouca diversificação, pois a mesma é classificada, segundo o Plano Diretor Municipal, como ZIR, Zona de interesse rural. Considerando atividades rurais, mais de 90% da área são ocupadas por estas, conforme se apresenta no quadro a seguir.

Tabela 28: Quantificação das classes de cobertura do solo.

Classe	Área (ha)	Percentual
Campo Aberto	179,16	43,20
Remanescentes florestais	117,48	28,33
Silvicultura	79,99	19,29
Corpos d'água	23,20	5,59



Classe	Área (ha)	Percentual
Área Urbanizada	11,19	2,70
Área Degradada	3,71	0,89
TOTAIS	414,74	100,00

Predominantemente temos as áreas de Cultivo e Campo Aberto, onde são praticadas atividades agrosilvipastoris, em cerca de 180 hectares, ou 43,20%. Sua ocorrência é de forma generalizada em toda a extensão da área estudada, sendo localizadas em pequenas propriedades.

As áreas agrícolas são cultivadas em pequenas extensões, principalmente com milho, feijão, fumo, cana de açúcar e arroz. São lavouras de subsistência com a utilização de pouca tecnologia e uma modesta produção.

Áreas de silvicultura, predominantemente eucalipto, são cultivadas sem tratamentos silviculturais, sendo muitas vezes abandonadas, onde se observa a regeneração natural, às vezes no sub-dossel dos povoamentos e também competindo no alto da copa das árvores. Esta classe corresponde cerca de 19% ou 80 hectares.

As áreas edificadas, 2,7% do total, são pouco expressivas, haja vista que no local é considerado área rural. Para esta foram consideradas além de edificação também as estradas.

As áreas de vegetação nativa ocorrem em todos os pontos da área de influência direta, podendo esta ser considerada com uma boa cobertura vegetal, perfazendo um total de 117 hectares ou 28% da totalidade. Dentro desta classe estão compreendidas florestas secundárias, nos três estágios, inicial, médio e avançado de regeneração natural, sendo o médio com maior porcentagem de cobertura. Se levarmos em consideração a regeneração natural sob os plantios florestais exóticos o estágio inicial de regeneração se sobrepõe aos demais, e o valor de cobertura sobe de 117 hectares para aproximadamente 158 ha, ou cerca de 38%.

Estas áreas atuam como ilhas de diversidade ou ainda como corredores ecológicos e são de suma importância para a manutenção do ecossistema local.

Por fim temos as áreas de massa de água, que são aquelas onde temos a presença de espelho d'água, correspondendo aos açudes, cisternas e cursos d'água com larguras expressivas, perceptíveis na interpretação realizada, perfazendo cerca de 23,20 ha, ou 5,59%.

4.5. MEIO BIÓTICO

4.5.1. Flora

Este capítulo tem como objetivo a exposição dos dados obtidos em diversos levantamentos publicados sobre a vegetação regional e também daqueles levantados ao longo das campanhas em campo.

4.5.1.1 Vegetação Original Regional

A vegetação que originalmente cobria as serras do litoral brasileiro, do Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte, apresenta muitas variações florísticas e estruturais devido às condições edáficas e as condições climáticas por motivo das variações de latitude e longitude.

A Mata Atlântica, em Santa Catarina, envolve a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Decidual, além de ecossistemas associados. Originalmente cobria o território brasileiro com cerca de 100 milhões de hectares de extensão. Atualmente possui apenas 5% de florestas primárias, caracterizando-se como a mais ameaçada de extinção dentre as florestas tropicais do mundo. Esta reduzida porção da floresta original ainda se encontra na forma de pequenos fragmentos (BROWN & BROWN 1992). A distribuição original da Mata Atlântica é apresentada na Figura 69.

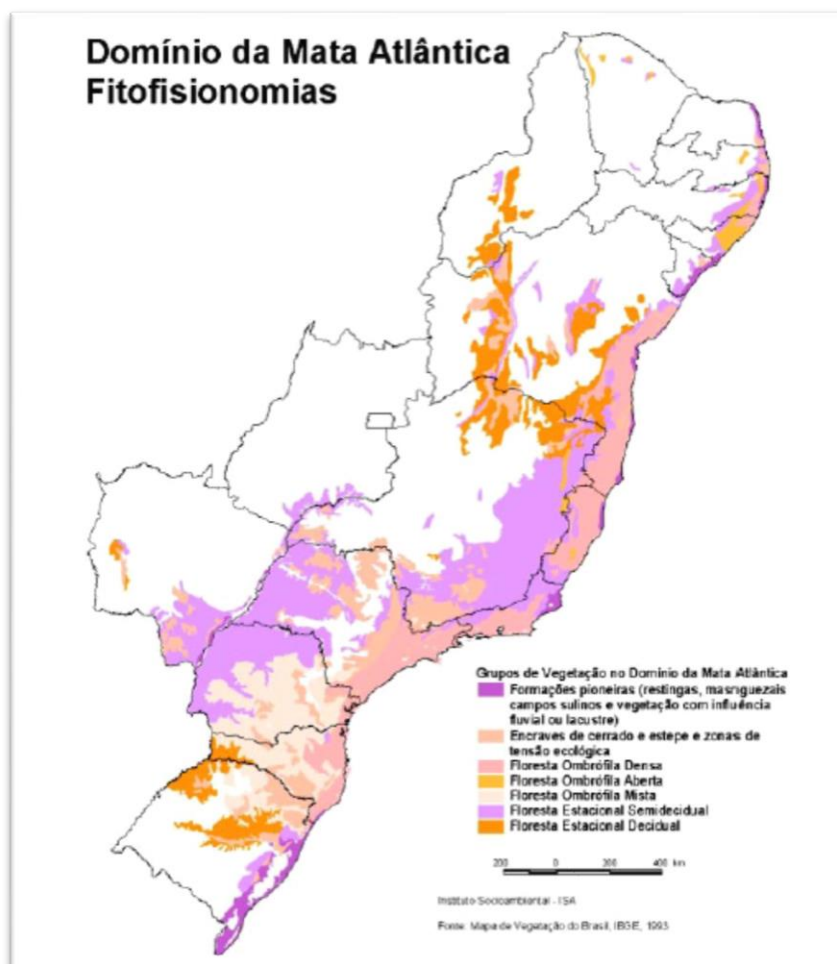


Figura 69: Mapa de cobertura original da Floresta Atlântica, IBGE.

Este conjunto de tipologias vegetacionais está enquadrado como pertencentes à área de “Domínio da Mata Atlântica” (DECRETO LEI 750, 1993), e se caracterizam por apresentarem diversidade bastante acentuada, mas distintas entre si. Esta diversidade implica em variações que podem ser agrupadas sob pontos distintos: fisionomia, estrutura, composição, dinâmica,



ambientes edáficos, estratégias reprodutivas, fenologia e padrão espacial (REIS, 1993).

O estado possui hoje, segundo o levantamento florestal, feito em 550 pontos de amostragem, uma cobertura florestal de 36%, (com unidades de mais de 10 metros de altura e 15 anos de idade), e não 23%, como se acreditava, sendo que a maioria das florestas é composta por árvores secundárias, consideradas mais jovens, de 20, 30 anos e de troncos finos. Vinte e cinco por cento dessas espécies estão severamente ameaçadas de extinção.

Este levantamento florestal Catarinense foi realizado em conjunto pela Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural (SAR), Universidade Regional de Blumenau (FURB), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

No município de Treviso, onde está localizado o empreendimento, era coberto originalmente pela Floresta Ombrófila Densa e dentro desta classificada como submontana, de acordo com a classificação fitogeográfica nacional, realizada por ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS (1965-6) adotado pelo IBGE, com algumas alterações feitas por KLEIN & LEITE (1987). A FOB cobria originalmente uma superfície de 29.292km² no estado, perfazendo 30,71% da sua área, sendo que atualmente restam 16.821Km² de remanescentes florestais, equivalendo 40,38% da cobertura original, conforme se observa na Figura 70.

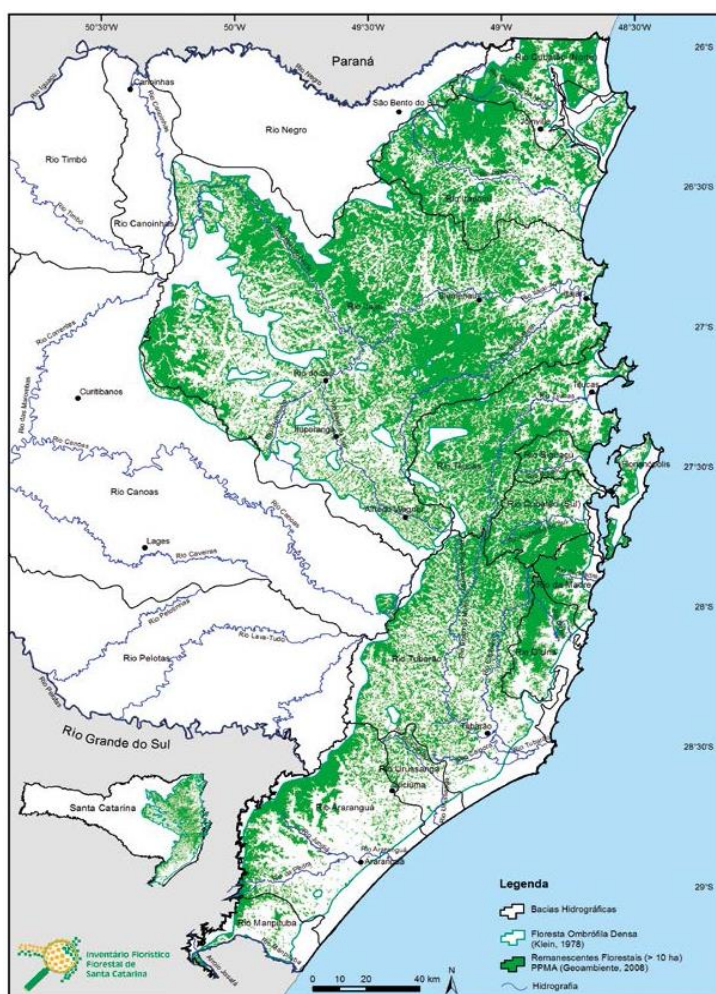


Figura 70: Mapa dos remanescentes da Floresta Ombrófila Densa de Santa Catarina “PPMA-SC/FATMA” (Geoambiente 2008).

De acordo com SUDESUL, 1978, a Floresta Atlântica é caracterizada como floresta latifoliada, profundamente relacionada com os maiores índices termo-pluviométricos da zona litorânea, apresentando três estratos arbóreos bem definidos quando atingido o climax: o estrato superior, formado pelas espécies dominantes de 25 a 35 metros de altura, ou mais, como a canela-preta *Ocotea catharinensis*, sapopema *Sloanea monosperma*, guamirim-chorão *Calypttranthes grandifolia*, canela-fogo *Cryptocarya moschata*, tanheiro *Alchornea triplinervia*, figueira-branca *Ficus organensis*, guapuruvu *Schizolobium parayba* e angico *Parapiptadenia rigida*; a submata, formada de arvoretas até 9 metros de altura, em que domina o palmito *Euterpe edulis* e o guamirim-de-folhas-miúdas *Myrceugenia myrcioides* e outras; o estrato arbustivo com cerca de 3 metros de altura, formado por inúmeras espécies entre as quais se encontram a palmeira-gemiova *Geonoma gamiova*, o feto arborescente xaxim *Diksonia sellowiana* e a samambaia-açú *Hemitelia setosa*.



Floresta Ombrófila Densa Submontana

Situada nas encostas dos planaltos e/ou serras, entre 24º de latitude Sul a 32º de latitude Sul, de 30 m até em torno de 400 m.

A vegetação encontrada no início das encostas é muito semelhante àquelas encontradas ao longo dos rios, pois as espécies mais importantes são seletivas higrófitas. As espécies dominantes nestas formações são o Baguaçu, *Talauama ovata* e o palmiteiro, *Euterpe edulis*. Há ainda uma forte presença do pequiá, *Aspidosperma camporum*, matambu, *Aspidospermamamiflorum*, pau-sangue, *Pterocarpus violaceus*, dos ingás *Ingá* spp e principalmente o tanheiro, *Alchornea triplinervia*.

4.5.1.2 Sucessão Ecológica

A sucessão ecológica pode ser definida como: a tendência de a natureza dar novo desenvolvimento em uma determinada área correspondente ao clima e as condições pedológicas, através de etapas que vão ao longo do tempo se sucedendo conforme se modificam as características do sítio em questão.

O processo de sucessão natural secundária, dentro dessa formação, dá-se inicialmente com o estabelecimento do extrato herbáceo, pelo banco de sementes existente no solo, pela dispersão da fauna e dispersores abióticos, como vento, drenagem, gravidade, entre outros, conforme se observa na Figura 71.

Quando o solo é abandonado, após longo tempo de exploração e esgotamento, surge um pequeno grupo de plantas herbáceas especialmente adaptadas a crescerem em condições edáficas extremas, como falta de nutrientes, de água, altas concentrações de elementos, que por este motivo tornam-se tóxicos, além da elevada acidez. Desta forma, terrenos rasos e enxutos são ocupados principalmente pelo *Pteridium aquilinum* (samambaia-das-taperas), *Melinis minutiflora* (Capim-gordura) e *Andropogon bicornis* (Capim-rabo-de-burro), formando grupamentos muito densos, cobrindo vastas áreas.

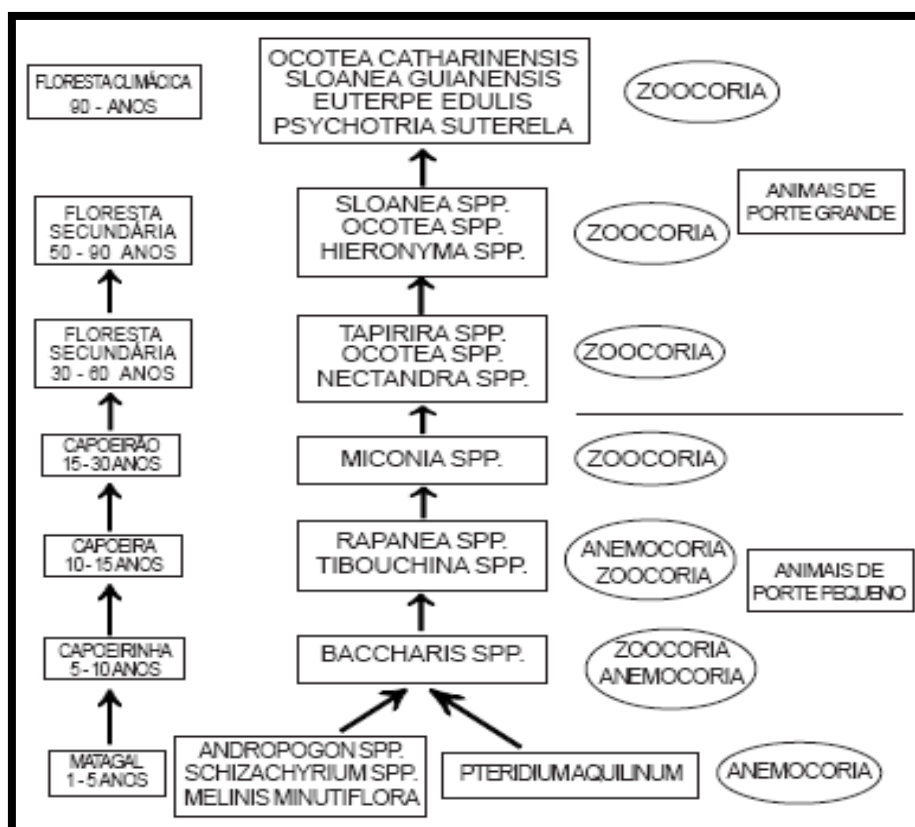


Figura 71: Exemplo de sucessão secundária em áreas abandonadas após a degradação. A esquerda é representada a cronologia; no centro as espécies mais características e a direita as síndromes. Fonte: KLEIN, 1979-1980.

No estágio seguinte de revegetação secundária, chamado de Capoeirinha começam quando aparecem os primeiros arbustos, principalmente os pertencentes da família Compositae, como os do gênero *Baccharis* sp, formando densos agrupamentos homogêneos chamados de vassourais. Este é um estágio de transição das ervas, citadas anteriormente, para arbustos, que surge em aproximadamente cinco anos depois do abandono da área, podendo permanecer por até dez anos, quando começam a serem substituídos pelas plantas do estágio seguinte.

Durante esse processo, as ervas do estágio anterior somem gradativamente, devido à diminuição de insolação e aumento da quantidade de matéria orgânica presente no solo. Outras plantas mais exigentes vão tomando o lugar das vassouras, que depois de atingirem certo desenvolvimento e dinamismo, não se reproduzem normalmente, permitindo assim a colonização pelas primeiras arvoretas e árvores.

O próximo estágio chamado de Capoeira ocorre cerca de quinze anos depois do abandono da área, onde o extrato herbáceo original desaparece quase que completamente, dando lugar às ervas mais exigentes quanto o sombreamento (ciófitas) e umidade do solo. Começa também a aparecer em maior número, além de outras, a Capororoca, *Rapanea ferruginea*, uma arvoreta com até seis metros de altura, *Psychotria longipes*, Caxeta, espécies que necessitam de sombreamento durante a fase juvenil e heliófilas quando adultas, tolerante a solos com baixa quantidade de matéria orgânica. No extrato inferior



predominam duas melastomatáceas do gênero *Leandra* spp, denominadas Pixiricas.

Após esta fase de dominância da Capororoca e/ou Caxeta, inicia a próxima fase denominada capoeirão, com a dominação, pela *Psycotria longipes*, sendo na região do empreendimento mais comum, pela *Tibouchina pulchra* conhecida como quaresmeira, ou pelas embaúbas, as *Cecropias* spp. No interior do capoeirão surgem às primeiras árvores pioneiras da floresta secundária, sendo as mais frequentes *Miconia cabuçu* pixiricão, *Alchornea triplinervia* tanheiro, e também *Tapirira guianensis* Cupiúva, *Hieronyma alchorneoides* Licurana, *Slonea guianensis* Laranjeira-do-mato, *Guapira opposita*, Maria-mole, as Canelas e Guamirins, árvores características do interior das matas de folhas pequenas, que vão gradativamente substituindo as espécies do estágio anterior, sendo este denominado Floresta Secundária em Estágio Inicial de Regeneração. Isso ocorre devido ao sombreamento, ao abaixamento do pH, aumento da umidade, da fertilidade e do teor de matéria orgânica pelas espécies dominantes do capoeirão (VELOSO).

4.5.1.3 Caracterização da Vegetação Remanescente

Para a realização da caracterização florestal foram definidas primeiramente as áreas com vegetação arbórea, dentro da área de influência direta, com o auxílio de imagens aéreas por fotointerpretação, conforme a Figura 72. A partir daí foram definidas as áreas a serem levantadas em campo, conforme em busca de informações para classificação em estágios de regeneração natural, tais como:

A presença de trepadeiras, de sub-bosque, espécies indicadoras, a diversidade biológica, distribuição diamétrica e em altura, presença de serapilheira, etc.

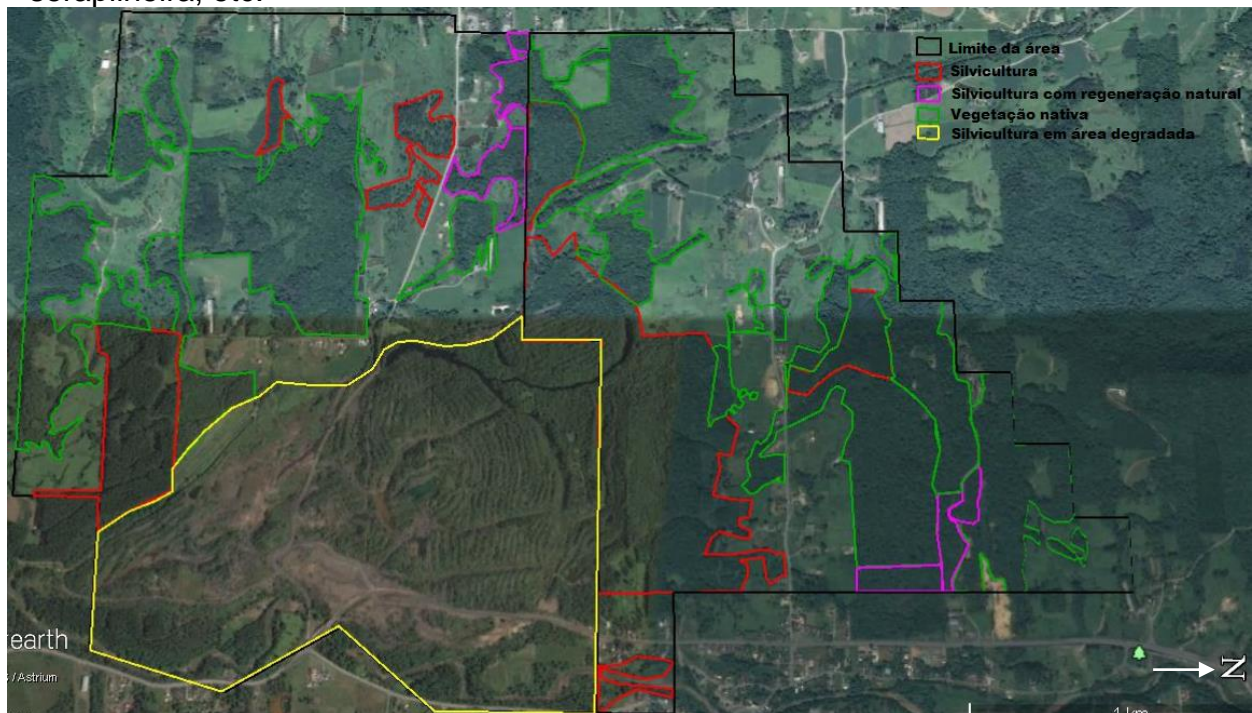


Figura 72: Croqui das áreas com vegetação arbórea na área de concessão.

Sendo uma região rural, Figura 73, com uma densidade urbana baixa, a vegetação existente, apesar de bastante fragmentada, pode ser considerada com um bom índice de porcentagem de cobertura.

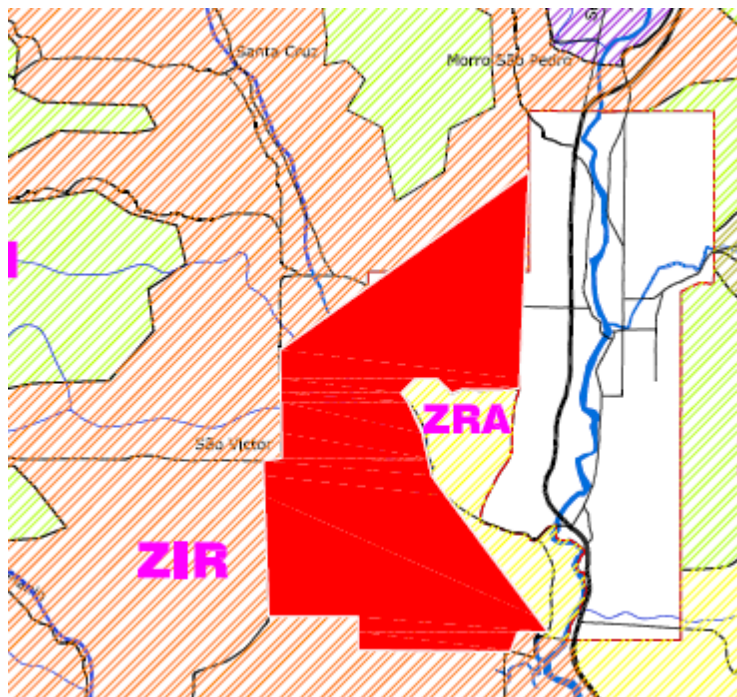


Figura 73: Zoneamento municipal da área do empreendimento, onde ZIR zona de interesse rural e ZRA zona de recuperação ambiental.

Considerando somente as áreas de vegetação arbórea nativa nos três diferentes estágios de regeneração natural, incluindo também as áreas com plantio de eucalipto com regeneração natural no seu interior, na área de influência direta há um índice de cobertura de 38%, excluindo as áreas de silvicultura, que não apresentaram regeneração no seu interior.

A seguir a listagem das espécies florestais encontradas após as incursões em campo, pelo método de caminhamento (FILGUEIRAS et al., 1994).

Tabela 29: Espécies Florestais encontradas nos levantamentos.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	CATEGORIA
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Pioneira
Annonaceae	<i>Annona cacans</i>	S. Inicial
	<i>Rollinia sericea</i>	S. Tardia
Araliaceae	<i>Schefflera morototônio</i>	S. Inicial
Areacaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Pioneira
	<i>Euterpe edulis</i>	Climácica
ASTERACEAE	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	S. Inicial
	<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker.	Pioneira
	<i>Vernonia discolor</i>	Pioneira
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	S. Inicial



FAMÍLIA	ESPÉCIE	CATEGORIA
	<i>Jacaranda puberula Cham.</i>	S.Inicial
	<i>Luehea divaricata Mart.</i>	S.Inicial
	<i>Tabebuia umbellata</i>	S.Inicial
	<i>Tabebuia sp</i>	S.Inicial
Clethraceae	<i>Bauhinia variegata</i>	Pioneira
Chrysobalanaceae	<i>Hyrteella hebeclada</i>	S.Tardia
ELAEOCARPACAE	<i>Sloanea guianensis Benth.</i>	Climácica
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum deciduum A.St.-Hil.</i>	Pioneira
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa Poepp.</i>	S. Inicial
	<i>Sapium glandulatum (Vell.) Pax</i>	Pioneira
	<i>Hyeronima alchorneoides Allemão</i>	S. Tardia
FABACEAE	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Pioneira
	<i>Inga marginata Willd</i>	S. Inicial
	<i>Inga striata Benth.</i>	S. Inicial
	<i>Lonchocarpus sp.</i>	ND
	<i>Machaerium stipitatum (DC.) Vog.</i>	Pioneira
	<i>Mimosa bimucronata (DC.) Kuntze.</i>	Pioneira
	<i>Mimosa scabrella</i>	Pioneira
	<i>Ormosia arborea (Vell.) Harms</i>	S. Inicial
	<i>Schizolobium parahyba(Vell.) Blake.</i>	Pioneira
	<i>Senna multijuga (Rich.) H.S. Irwin & Barneby</i>	Pioneira
LAURACEAE	<i>Endlicheria paniculata (Spreng.) J.F.Macbr.</i>	S. Tardia
	<i>Nectandra megapotamica Mez.</i>	S. Tardia
	<i>Nectandra membranacea</i>	S.Tardia
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	S.Tardia
	<i>Nectandra sp.</i>	ND
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia ovata St. Hil.,</i>	S. Tardia
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana (Vell.) Mart.</i>	S. Tardia
	<i>Cedrela fissilis Vell.</i>	S. Tardia
	<i>Guarea macrophylla Vahl.</i>	Climácica
	<i>Trichilia lepidota Mart.</i>	Climácica
	<i>Maclura tinctoria (L.) Don ex Steud.</i>	Pioneira
Miristicaceae	<i>Virola oleifera</i>	Pioneira
MIRSINACEAE	<i>Myrsine umbellata Mart.</i>	S. Inicial
	<i>Myrsine coriacea Mart.</i>	S. Inicial
MORACEAE	<i>Brosimum glazioui Taub.</i>	Climácica
	<i>Ficus adathodifolia Schott ex Spreng.</i>	S. Tardia
	<i>Ficus sp.</i>	ND
	<i>Sorocea bonplandii (Baill.) W. C. Burger</i>	S. Tardia
MYRISTICACEA	<i>Virola bicuhyba (Schott) Warb.</i>	S. Tardia



FAMÍLIA	ESPÉCIE	CATEGORIA
MYRTACEAE	<i>Calyptanthes lucida</i> Mart. ex DC.	S. Tardia
	<i>Eugenia bacopari</i>	S. Tardia
	<i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand	Climácica
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	S. Inicial
	<i>Myrciaria floribunda</i>	Climácica
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	S. Tardia
	<i>Psidium guajava</i>	Pioneira
NICTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reit	S. Inicial
OLANACEAE	<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke.	Climácica
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	Pioneira
RHANMACEAE	<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	Pioneira
RUBIACEAE	<i>Bathysa australis</i> (A. St.-Hil.) Benth. & Hook. f.	Climácica
	<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schltld.) DC.	S. inicial
	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	Pioneira
SALICACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	S. Inicial
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	S. Inicial
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	S. Tardia
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (St.-Hil.) Radlk	S. Inicial
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Pioneira
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	S. Inicial
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum viride</i> Mart. & Eichler.	Climácica
ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	Pioneira
URTICACEAE	<i>Cecropia glaziovi</i> Snethl.	Pioneira
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	Pioneira
Verbenaceae	<i>Cytherexylum myrianthum</i>	Pioneira

Foram observadas 75 espécies pertencentes a 32 famílias botânicas, excluindo espécies exóticas, conforme a Figura 74.

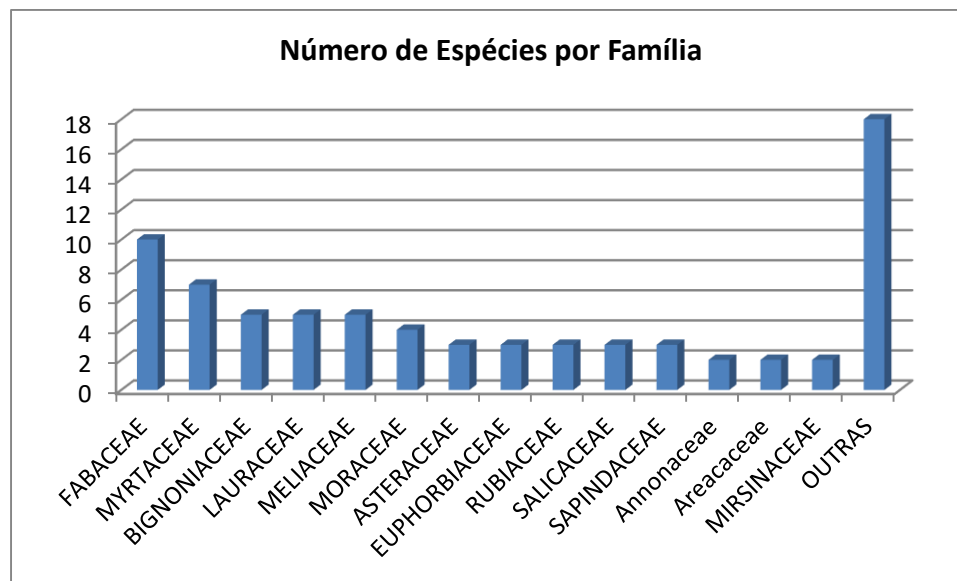


Figura 74: Espécies por família botânica.

Levando-se em consideração as categorias sucessionais, foram encontradas 24 espécies pioneiras, 21 secundárias iniciais, 17 secundárias tardias e 10 climácicas, conforme a Figura 75. Em porcentagem, podemos afirmar que 60% das espécies observadas são pioneiras e secundárias iniciais, demonstrando desta forma a antropização dos fragmentos florestais da área em questão.

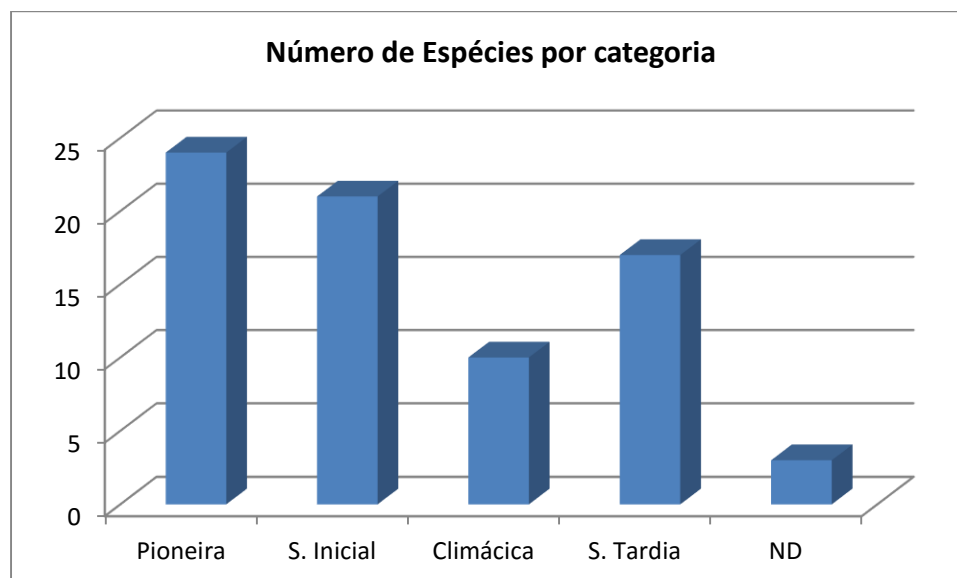


Figura 75: Espécies por categoria sucessional.

Tabela 07: Características específicas de cada categoria sucessional

	Categoria sucessional			
	Pioneira	Secundária Inicial	Secundária Tardia	Climácica
Síndrome de dispersão	Vento, aves e morcegos.	Vento, aves e morcegos.	Gravidade e predominantemente vento	Gravidade, aves e mamíferos.



	Categoria sucessional			
	Pioneira	Secundária Inicial	Secundária Tardia	Climácica
Dormência das sementes	Longa	Longa	Média	Curta
Desenvolvimento	Muito acelerado	Acelerado	Médio	Lento
Tamanho das sementes	Pequenas	Pequenas	Médias	Grandes
Tempo de vida	Muito breve Até 15 anos	Breve Até 30 anos	Longo Até 100 anos	Muito longo Acima de 100 anos
Insolação	Dependente	Medianamente dependente	Tolera durante a juventude	Intolerante



Figura 76: Visão do subdossel de um remanecente no interior da poligonal.



Figura 77: Sistema de cultivo nas propriedades, campo, silvicultura e vegetação nativa.



Figura 78: Visão de uma das propriedades.



Figura 79: Interior de um remanescente florestal.

Considerando as espécies levantadas, 60% pioneiras e secundárias iniciais, a fragmentação dos remanescentes, e ainda que para implantação do empreendimento não será feita a supressão de vegetação, consideramos que o mesmo não exercerá impactos negativos sobre a flora.

4.5.2. Fauna

Como a área em questão é muito antropizada foram escolhidos para observações os grupos de avifauna e ictiofauna como bioindicadores.

4.5.2.1. Avifauna

A mata atlântica é considerada um dos ecossistemas mais biodiversos e também mais ameaçados do planeta. A avifauna da mata atlântica é o grupo de vertebrados com maior riqueza, contudo é também o grupo com mais espécies



ameaçadas. Por isso se faz importante conhecer a avifauna local antes de qualquer atividade que possa gerar impactos.

Para o estado de Santa Catarina são conhecidas cerca de 600 espécies de aves, tendo como base pesquisas na bibliografia e em coleções de museus (ROSÁRIO, 1996).

A diversidade de aves está intrinsecamente ligada à disponibilidade de recursos alimentares que o ambiente oferece e ao tipo de vegetação encontrada no local.

As aves têm características morfológicas adaptadas a diferentes formações vegetacionais, algumas famílias possuem hábitos alimentares bastante seletivos enquanto outras apresentam dieta variada, portanto tendem a explorar diferentes extratos.

Para o levantamento da avifauna local foi realizado o método de caminhamento, com busca ativa pelos locais de provável alimentação e nidificação dos animais, nos horários de maior atividade. Foram registradas todas as aves visualizadas ou que estavam vocalizando no momento. Trabalhos acadêmicos e técnicos anteriores realizados na região foram utilizados como fonte de referência. A identificação das espécies seguiu os guias de Sick (1985) e Rosário (1996).

Nestes caminhamentos eram percorridos transectos dentro da poligonal, nos períodos do nascer do sol e do entardecer ao pôr do sol, horários de maior atividade das aves. As amostragens foram feitas no período de Novembro de 2015 a Janeiro de 2016.

4.5.2.2 Resultados

De acordo com o levantamento realizado foram registradas 113 espécies de aves, pertencentes a 38 famílias conforme a Tabela 30.

Tabela 30: Lista de espécies registradas classificadas pelos táxons Ordem, Família, Subfamília e Espécie.

Legenda: A.A.: Área aberta; R.F.: Remanescente Florestal. legenda: LC: pouco preocupantes; NT: quase ameaçada; VU: vulnerável

ORDEM/FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	STATUS IUCN
<u>ACCIPITRIDAE</u>	<i>Elanoides forficatus</i>	<u>Gavião-tesoura</u>	
	<i>Rupornis magnirostris</i>	<u>Gavião-carijó</u>	
<u>ANATIDAE</u>	<i>Cairina moschata</i>	Pato-do-mato	
	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Pé-vermelho	
<u>ARDEIDAE</u>	<i>Butorides striata</i>	Socozinho	
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	
	<i>Syrigma sibilatrix</i>	Maria-faceira	
	<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	
	<i>Phimosus infuscatus</i>	<u>Tapicuru-de-cara-pelada</u>	
	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Coró-coró	
	<u><i>Theristicus caudatus</i></u>	<u>Curicaca</u>	
<u>CATHARTIDAE</u>	<i>Cathartes aura</i>	<u>Urubu-de-cabeça-vermelha</u>	



	<u>Cathartes atratus</u>	<u>Urubu-de-cabeça-preta</u>
<u>CHARADRIIDAE</u> <u>JACANIDAE</u>	<u>Vanellus chilensis</u> <u>Jacana jacana</u> <u>Leptotila verreauxi</u>	<u>Quero-quero</u> <u>Jaçanã</u> <u>Juriti-pupu</u>
<u>COLUMBIDAE</u>	<u>Columbina talpacoti</u>	<u>Rolinha-roxa</u>
<u>CUCULIDAE</u>	<u>Crotophaga ani</u> <u>Guira guira</u> <u>Piaya cayana</u>	<u>Anu-preto</u> <u>Anu-branco</u> <u>Alma-de-gato</u>
	<u>Ortalis squamata</u>	<u>Aracua-escamoso</u>
<u>CONOPOPHAGIDAE</u> <u>GRALLARIIDAE</u> <u>DENDROCOLAPTIDAE</u>	<u>Conopophaqa lineata</u> <u>Hyllopezus nattereri</u> <u>Xiphorhynchus fuscus</u> <u>Dendrocolaptes platyrostris</u>	<u>Chupa-dente</u> <u>Pinto-do-mato</u> <u>Arapacu-rajado</u> <u>Arapacu-grande</u>
<u>XENOPIIDAE</u> <u>COTINGIDAE</u>	<u>Xenops rutilans</u> <u>Procnias nudicollis</u> <u>Carpornis cucullata</u>	<u>Bico-virado-carijó</u> <u>Araponga</u> <u>Corococho</u>
<u>RHYNCHOCYCLIDAE</u>	<u>Leptopogon amaurocephalus</u> <u>Tolmomyias sulphurescens</u> <u>Poecilotriccus plumbeiceps</u> <u>Myiornis auricularis</u>	<u>Cabeçudo</u> <u>Bico-chato-de-orelha-preta</u> <u>Tororó</u> <u>Miudinho</u>
<u>FRINGILLIDAE</u>	<u>Sporagra magellanica</u> <u>Euphonia violacea</u>	<u>Pintassilgo</u> <u>Gaturamo-verdadeiro</u>
<u>FURNARIIDAE</u>	<u>Furnarius rufus</u> <u>Lochmias nematura</u> <u>Automolus leucophthalmus</u> <u>Philydor atricapillus</u> <u>Philydor rufum</u>	<u>João-de-barro</u> <u>João-porca</u> <u>Barranqueiro-de-olho-branco</u> <u>Limpa-folha-coroado</u> <u>Limpa-folha-de-testa-baixa</u>
<u>HIRUNDINIDAE</u>	<u>Pygochelidon cyanoleuca</u> <u>Stelgidopteryx ruficollis</u> <u>Progne tapera</u> <u>Tachycineta leucorrhoa</u>	<u>Andorinha-pequena-de-casa</u> <u>Andorinha-serradora</u> <u>Andorinha-do-campo</u> <u>Andorinha-de-sobre-branco</u>
<u>ICTERIDAE</u>	<u>Cacicus chrysopterus</u> <u>Icterus pyrrhopterus</u> <u>Agelaioides badius</u> <u>Molothrus bonariensis</u> <u>Sturnella superciliaris</u>	<u>Tecelão</u> <u>Encontro</u> <u>Asa-de-telha</u> <u>Vira-bosta</u>
<u>MIMIDAE</u> <u>PARULIDAE</u>	<u>Mimus saturninus</u> <u>Setophaga pitaiyumi</u> <u>Geothlypis aequinoctialis</u> <u>Basileuterus culicivorus</u>	<u>Polícia-inglesa-do-sul</u> <u>Sabiá-do-campo</u> <u>Mariquita</u> <u>Pia-cobra</u> <u>Pula-pula</u>
<u>PASSERELLIDAE</u> <u>PASSERIDAE</u>	<u>Zonotrichia capensis</u> <u>Passer domesticus</u> <u>Ilicura militaris</u>	<u>Tico-tico</u> <u>Pardal</u> <u>Tangarazinho</u>
<u>THAMNOPHILIDAE</u>	<u>Dysithamnus mentalis</u>	<u>Choquinha-lisa</u>
	<u>Thamnophilus ruficapillus</u>	<u>Choca-de-chapéu-vermelho</u>
	<u>Mackenziaena leachii</u>	<u>Borralhara-assobiadora</u>
<u>THRAUPIDAE</u>	<u>Coereba flaveola</u> <u>Saltator similis</u> <u>Saltator maxillosus</u>	<u>Cambacica</u> <u>Trinca-ferro-verdadeiro</u> <u>Bico-grosso</u>



	<i>Lanio cucullatus</i>	Tico-tico-rei
	<i>Tangara seledon</i>	Saíra-sete-cores
	<i>Tangara cyanocephala</i>	Saíra-militar
	<i>Tangara cyanoptera</i>	Sanhaçu-de-encontro-azul
	<i>Tangara palmarum</i>	Sanhaçu-do-coqueiro
	<i>Tangara preciosa</i>	Saíra-preciosa
	<i>Stephanophorus diadematus</i>	Sanhaçu-frade
	<i>Haplospiza unicolor</i>	Cigarra-bambu
	<i>Donacospiza albifrons</i>	Tico-tico-do-banhado
	<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu
	<i>Sicalis flaveola</i>	
	<i>Sporophila frontalis</i>	Pixoxó
	<i>Sporophila caeruleascens</i>	Coleirinho
<u>TITYRIDAE</u>	<i>Schiffornis virescens</i>	Flautim
	<i>Tityra inquisitor</i>	Anambé-branco-de-bochecha-parda
	<i>Pachyramphus validus</i>	Caneleiro-de-chapéu-preto
<u>TROGLODYTIDAE</u>	<i>Troglodytes musculus</i>	Corruíra
<u>TURDIDAE</u>	<i>Turdus flavipes</i>	Sabiá-una
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca
	<i>Turdus subalaris</i>	Sabiá-ferreiro
<u>TYRANNIDAE</u>	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha
	<i>Elaenia parvirostris</i>	Guaracava-de-bico-curto
	<i>Attila rufus</i>	Capitão-de-saíra
	<i>Legatus leucophaeus</i>	Bem-te-vi-pirata
	<i>Myiarchus swainsoni</i>	Irré
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Neinei
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri
	<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha
	<i>Empidonomus varius</i>	Peitica
	<i>Myiophobus fasciatus</i>	Filipe
	<i>Knipolegus lophotes</i>	Maria-preta-de-penacho
	<i>Knipolegus nigerrimus</i>	Maria-preta-de-garganta-vermelha
	<i>Satrapa icterophrys</i>	Suiriri-pequeno
<u>VIREONIDAE</u>	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	<u>Pitiquari</u>
<u>FALCONIDAE</u>	<i>Caracara plancus</i>	<u>Caracará</u>
	<i>Milvago chimachima</i>	<u>Carrapateiro</u>
	<i>Milvago chimango</i>	<u>Chimango</u>
<u>PICIDAE</u>	<i>Picumnus temminckii</i>	Pica-pau-anão-de-coleira
	<i>Veniliornis spilogaster</i>	Picapauzinho-verde-carijó
	<i>Piculus aurulentus</i>	Pica-pau-dourado
	<i>Pyrrhura frontalis</i>	Tiriba-de-testa-vermelha
<u>RALLIDAE</u>	<i>Aramides saracura</i>	Saracura-do-mato
<u>STRIGIDAE</u>	<i>Athene cunicularia</i>	<u>Coruja-buraqueira</u>
	<i>Megascops sanctaecatarinae</i>	Corujinha-do-sul
	<i>Tyto furcata</i>	Coruja-da-igreja
<u>TROCHILIDAE</u>	<i>Phaethornis eurynome</i>	Rabo-branco-de-garganta-rajada
	<i>Florisuga fusca</i>	Beija-flor-preto
	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Beija-flor-de-veste-preta
	<i>Thalurania glaucopis</i>	Beija-flor-de-fronte-violeta



Leucochloris albicollis
Amazilia fimbriata

Beija-flor-de-papo-branco
Beija-flor-de-garganta-verde

O gráfico da Figura 80 mostra o número de espécies da avifauna registradas por famílias. Conforme podemos ver as famílias mais representativas foram Thraupidae com 16 espécies, representando 14%, e Tyrannidae com 14 espécies, representando 12% das espécies.

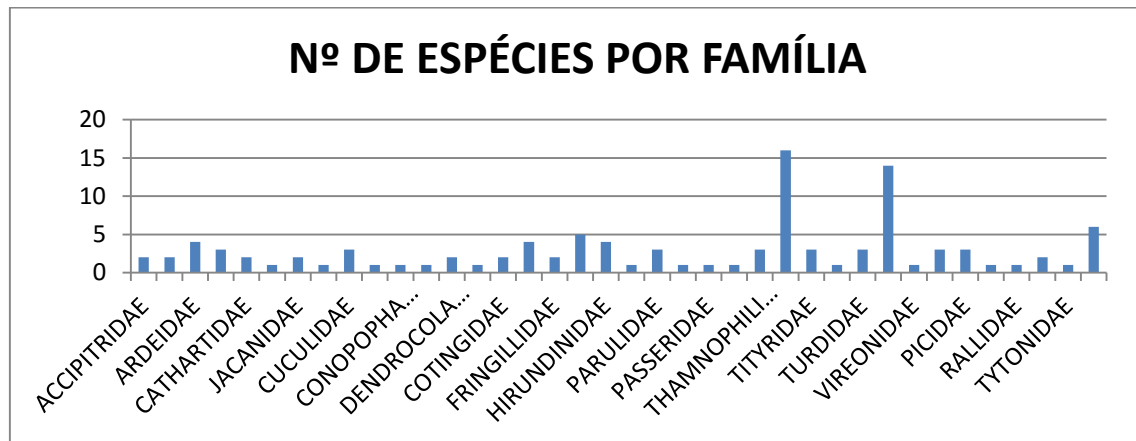


Figura 80: Número de espécies por família.

A família Trochilidae apresentou 6 espécies (5,3%), seguida de Furnariidae com 5 espécies (4,4%), as famílias Ardeidae, Hirundiniidae e Rhynchocyclidae apresentam 4 espécies cada, o que representa 3,5%.

As demais famílias apresentaram menos de quatro espécies cada, juntas somaram 48% de todas as espécies levantadas.

Os principais aspectos das famílias com representatividade e com imagens utilizadas neste estudo são:

Família Tyrannidae: família com grande número de espécies. Habitam ambientes abertos, como campos, áreas urbanas, cerrados e também florestas densas. Apresentam variada técnica de construção de ninhos.



Figura 81: Tesourinha (*Tyrannus savana*).

Família Thraupidae: possuem bicos adaptados a diferentes tipos alimentares. Podem formar bandos com outras espécies.



Figura 82: Canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*)

Algumas famílias como Threskiornithidae, Columbidae, Raliidae apresentaram grande número de indivíduos o que caracterizava bandos.



Figura 83: Indivíduo da família Threskiornithidae na ordem Curicaca (*Theristicus caudatus*).



Figura 84: Indivíduo da família Threskiornithidae - Tapicuru-de-cara-pelada (*Phimosus infuscatus*).



Figura 85: Rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*), família Columbidae.

Família Cracidae: possuem vasta distribuição pelas Américas, e preferem ambientes florestais e a nidificação em árvores. A dieta é principalmente frugívora.



Figura 86: Aracua-escamoso (*Ortalis squamata*).

Família Ardeidae: possuem vasta distribuição, principalmente relacionadas a ambientes aquáticos. A dieta é variada e inclui peixes, crustáceos moluscos e anfíbios. No período reprodutivo agrupam-se em ninhais.

Família Jacanidae: possuem distribuição pelas regiões tropicais, relacionadas a ambientes aquáticos. Estas se alimentam de insetos e invertebrados capturados na vegetação aquática ou na água, tendo como característica as patas que possibilitam andar sobre a vegetação aquática.



Figura 87: Jaçanã (*Jacana jacana*).

Família Hirundinidae: Família representada pelas andorinhas as quais tem como característica principal a capacidade de alimentação em voo. Constroem seus ninhos geralmente nas caixarias dos telhados nas partes mais quentes.



Figura 88: Andorinha-do-campo (*Progne tapera*).

4.5.2.3 Considerações gerais

Conforme os dados apresentados e verifica-se que na área envolvida pelo empreendimento onde foram realizados os levantamentos em campo foram registradas 113 espécies de aves, pertencentes a 38 famílias.

Dentre estas foram encontradas algumas espécies quase ameaçadas e outras vulneráveis, sendo que de acordo com os projetos apresentados, programas ambientais e proposição de reabilitação futura de parte da área que permanece degradada podem auxiliar a melhoria do ambiente para estas espécies. Por outro lado caso estas parcelas degradadas permaneçam tal como



atualmente e/ ou sejam aumentadas por processos mineiros sem as devidas ações de controle e monitoramento estas espécies poderão ser afetadas.

4.5.2.4 Ictiofauna

Os rios são coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e ocupação do solo de sua respectiva bacia de drenagem. Os principais processos degradadores observados em função das atividades humanas nas bacias de drenagem são o assoreamento e homogeneização do leito de rios e córregos, diminuição da diversidade de habitats e microhabitats e eutrofização artificial (enriquecimento por aumento nas concentrações de fósforo e nitrogênio).

A ictiofauna de um local constitui-se como um bioindicador do meio aquático. Variações na taxocenose da fauna têm sido atualmente, utilizadas para indicar os níveis de poluição no meio aquático (BRUSCHI JÚNIOR et. al., 2000), já que as alterações na qualidade de um corpo d'água se refletem na composição da fauna de peixes.

Em relação à área estudada quando relacionada ao rio Mãe Luzia a montante da mesma podemos citar ainda a degradação dos recursos hídricos em função da mineração do carvão.

As principais atividades econômicas na bacia do Rio Pio são a agricultura, silvicultura, bovinocultura e avicultura, tendo ainda sido realizada em períodos anteriores ao atual a exploração de carvão a céu aberto permanecendo esta degradada até os períodos atuais. Esta área foi objeto de Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD o qual, segundo o CPRM Serviço Geológico do Brasil (Responsável pela recuperação da área) deverá ser recuperada em meados de 2016. Esta parcela envolve aproximadamente 117 há e está inserida na poligonal do empreendimento na parcela mais a jusante da área.

O Rio Pio é classificado conforme a resolução CONAMA 357/2005 em classe II. Este recurso hídrico, em determinação apresentada no PRAD da área do Rio Pio pelo IPAT indicou que as contribuições da referida área degradada ocorrem em sobremaneira provenientes da parcela atrelada diretamente ao rio Mãe Luzia, mesmo considerando que área drenada pelo rio Pio é maior. Estas ocorrem em maior quantidade seja superficialmente ou subsuperficialmente quando em períodos de chuvas intensas (UNESC/ IPAT 2011).

A partir destas afirmações e de que a ictiofauna atrelada as análises físico-químicas dos recursos hídricos são indicadores que conjuntamente possibilitam uma melhor análise da situação atual e evolutiva para a mesma ao longo das atividades de extração e recuperação da parcela degradada foi realizado o presente estudo.

Neste trabalho, para a coleta dos peixes foram utilizados covos Figura 90, sendo deixados por um período de uma hora em cada um dos quatro pontos amostrais, denominados IC 01, IC 02, IC 03 e IC 04, localizados conforme a Figura 89. Esse processo foi repetido por cinco dias, totalizando cinco horas de amostragem por ponto e 20 horas para a amostragem total. Utilizaram-se também tarrafas e passaguás a fim de capturar peixes em mergulho livre em ambientes de remansos. Para a identificação das espécies foram utilizadas chaves de identificação e os guias: OYAKAWA *et al*, 2006; MENEZES *et al*, 2007.

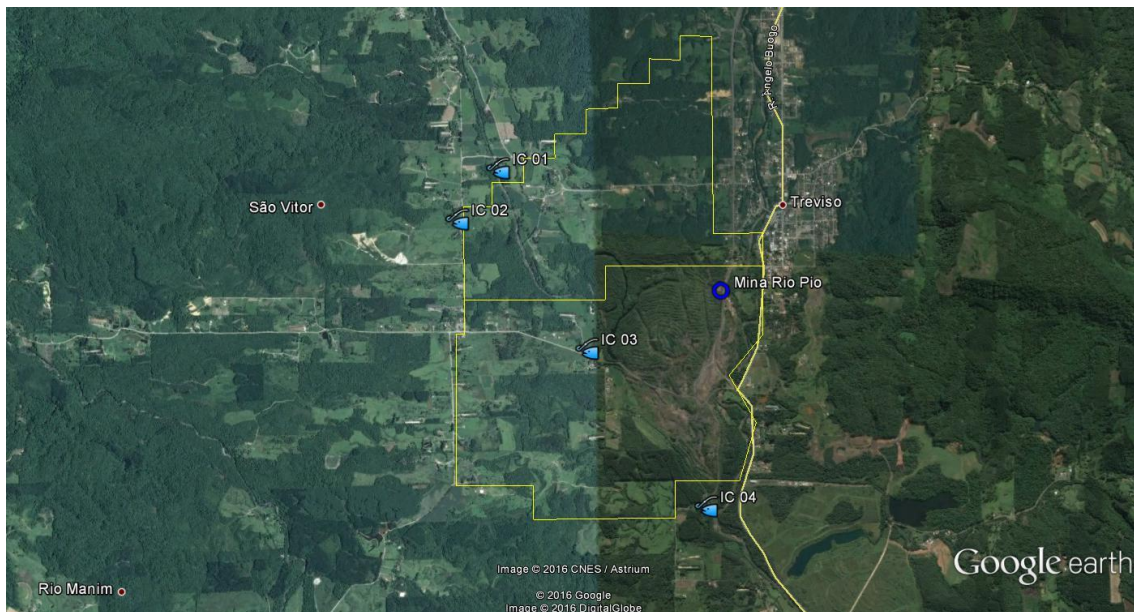


Figura 89: Pontos de amostragem da Ictiofauna.



Figura 90: Modelo do covoutilizado na captura das espécies, IC 03.



Figura 91: *Geophagus brasiliensis*, Cará IC 02.



Figura 92: *Aztyanaxsp*, Lambari IC 03.

Tabela 31: Peixes coletados no entorno do empreendimento, Treviso SC.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	IC 01	IC 02	IC 03	IC 04
CHARACIFORMES	CHARACIDAE	<i>Aztyanax sp.</i>	Lambari	X	X	X	
		<i>Mimagoniates rheocharis</i>	Lambari da Sombra		X		
		<i>Cyanocharaxitaimbe</i>	Lambari adiposo	X		X	
	ERYTHRINIDAE	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	X			
	CRENUCHIDAE	<i>Characidium sp</i>	Canivete				X
SILURIFORMES	LORICARIIDAE	<i>Epactionotus sp</i>	Cascudinho		X	X	
LABRIFORMES	CICHLIDAE	<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará	X		X	



SILURIFORMES	HEPTAPTERIDAE	<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá	X
--------------	---------------	-----------------------	--------	---

Foram encontradas 07 espécies de peixes, representando quatro diferentes ordens e seis famílias.

Em relação a fauna nativa observamos que e *Aztyanax sp.* está presentes em três os pontos, sendo esta uma espécie pioneira e muito frequente em nossa região, assim como *Geophagus brasiliensis*.

No ponto IC 01, e IC 03 foram coletados cinco espécies, a maior quantidade levando-se em consideração todos os pontos amostrados.



Figura 93: Ponto de coleta IC 01.



Figura 94: Ponto de coleta IC 02.



Figura 95: Ponto de coleta IC 03.

Em relação ao ponto IC 04 onde não foi encontrada nenhum indivíduo o que se conclui é que assim como se verifica nas características físicoquímicas das águas do rio Pio para o mesmo ponto a ictiofauna não se desenvolve a jusante pois as águas tem elevada acidez, essencialmente, que dificulta o desenvolvimento destas a partir da área degradada.



Figura 96: Ponto de coleta IC 04.

Como o Ponto IC 01 está locado a montante da área do empreendimento e o IC 03 no centro da mesma, e o IC 04 a jusante, estas podem ser utilizadas em futuros monitoramentos durante a operação do empreendimento.



4.6. MEIO ANTRÓPICO

4.6.1. Histórico

Neste capítulo são discutidos dados do município relevantes para as obras, indicadores sociais mais expressivos e informações complementares, para uma análise dos efeitos das obras sobre a população como um todo.

A fundação de Treviso deu-se no ciclo da imigração europeia do século XIX, com a chegada das primeiras famílias de imigrantes, envolvendo as famílias Bergamo, Cremona e Ferrara, provenientes da província de Treviso na Itália. Esses imigrantes desbravaram a região, enfrentando toda sorte de dificuldades. Construíram casas, estradas e escolas e tiveram a agricultura como principal atividade econômica.

Com o desenvolvimento da vila em 2 de julho de 1926 o Conselho Municipal de Urussanga, através do Projeto de Lei nº 103, decreta a criação do Distrito de Paz de Treviso. Com essa conquista, um plano de emancipação começa a se corporificar, todavia a Lei nº 380 de 19 de dezembro de 1958 desmembrava de Urussanga e criava o município de Siderópolis a que passaria a pertencer o Distrito de Treviso. O plano se concretiza e, a 19 de março de 1995 é realizado o Plebiscito de Emancipação. Dos 2.076 eleitores do Distrito, 1423 compareceram às urnas, dos quais 1373 votaram a favor da emancipação, somando um total de 68,55%. Em 8 de julho de 1995, o Governador do Estado de Santa Catarina, em exercício, José Augusto Hülse, sanciona a Lei nº 9.864 de Emancipação Política e Administrativa do Município de Treviso (Prefeitura Municipal de Treviso).

A produção agropecuária durante o início do século XX fora para a subsistência. Conforme se desenvolvia a economia mineira do sul catarinense, surgiam as madeireiras que aproveitavam a força da água de rios e cachoeiras, como também a rica flora da região. A vida rural ainda é muito característica do local cuja população estimada pelo IBGE para 2015 é de 3785 habitantes. As principais atividades econômicas atualmente envolvem a agricultura e a mineração de carvão.

Considerada como principal atrativo turístico a Reserva Biológica Estadual do Aguai, com área total de 7600 há os quais ainda se estendem pelos municípios de Siderópolis e Nova Veneza nos limites da serra geral.

4.6.2. Dados geográficos e estatísticos

Está localizado no sul catarinense na microrregião da AMREC - Associação dos Municípios da Região Carbonífera. Delimita-se com Bom Jardim da Serra ao oeste, ao norte com Lauro Muller, ao leste com Urussanga e Siderópolis o sul. Possui uma área territorial de aproximadamente 157 km² e uma densidade demográfica de 22,45 hab/ km².

De acordo com os dados do IBGE a população atual do município é estimada em 3785 habitantes (2015), sendo que esta em 1995 quando da sua emancipação era estimada em 2700 habitantes sendo o primeiro senso realizado em 2000 quando a população total medida foi de 3144 habitantes dos



quais 1589 eram de homens e 1555 de mulheres. No senso de 2010 foi medida a população de 3527 habitantes sendo 1789 homens e 1738 mulheres.

Tabela 32: Síntese demográfica Municipal.

CLASSE	N
População residente	3.527
População residente urbana	1.833
População residente rural	1.694
Homens	1.789
Homens na área urbana	919
Homens na área rural	870
Mulheres	1.738
Mulheres na área urbana	914
Mulheres na área rural	824

Dos habitantes atuais (Senso de 2010) 1694 habitantes residem em área rural e 1833 em área urbana. Conforme se verifica atualmente existe um êxodo rural, onde ano após ano os índices de moradores em áreas rurais em todo o Brasil vem diminuindo conforme afirmação do próprio IBGE.

A faixa etária de uma população normalmente é dividida em três faixas: os jovens, com até 19 anos; os adultos, dos 20 anos até 59 anos; e os idosos, dos 60 anos em diante, sendo que no município, em 2010, os jovens representavam 30,3% da população, os adultos 58% e os idosos, 11,7%. Em referência ao censo de 2010, estes valores são de 951 de jovens ou 27%, 2128 de adultos ou 60% e 448 de idosos, ou 13% do total da população.

Tabela 33: Tabela da faixa etária completa da população, 2010.

Homens de menos de 1 ano de idade	21
Homens de 1 a 4 anos de idade	72
Homens de 5 a 9 anos de idade	109
Homens de 10 a 14 anos de idade	144
Homens de 15 a 19 anos de idade	142
Homens de 20 a 24 anos de idade	163
Homens de 25 a 29 anos de idade	146
Homens de 30 a 34 anos de idade	146
Homens de 35 a 39 anos de idade	133
Homens de 40 a 44 anos de idade	137
Homens de 45 a 49 anos de idade	141
Homens de 50 a 54 anos de idade	124
Homens de 55 a 59 anos de idade	93
Homens de 60 a 64 anos de idade	67
Homens de 65 a 69 anos de idade	61
Homens de 70 a 74 anos de idade	38
Homens de 75 a 79 anos de idade	27
Homens de 80 a 84 anos de idade	15
Homens de 85 a 89 anos de idade	7



Homens de 90 a 94 anos de idade	3
Mulheres de menos de 1 ano de idade	23
Mulheres de 1 a 4 anos de idade	67
Mulheres de 5 a 9 anos de idade	96
Mulheres de 10 a 14 anos de idade	129
Mulheres de 15 a 19 anos de idade	148
Mulheres de 20 a 24 anos de idade	151
Mulheres de 25 a 29 anos de idade	143
Mulheres de 30 a 34 anos de idade	136
Mulheres de 35 a 39 anos de idade	145
Mulheres de 40 a 44 anos de idade	137
Mulheres de 45 a 49 anos de idade	141
Mulheres de 50 a 54 anos de idade	98
Mulheres de 55 a 59 anos de idade	94
Mulheres de 60 a 64 anos de idade	65
Mulheres de 65 a 69 anos de idade	50
Mulheres de 70 a 74 anos de idade	42
Mulheres de 75 a 79 anos de idade	30
Mulheres de 80 a 84 anos de idade	19
Mulheres de 85 a 89 anos de idade	13
Mulheres de 90 a 94 anos de idade	8
Mulheres de 95 a 99 anos de idade	3

Ainda em relação ao censo de 2010, o município possuía 1285 domicílios recenseados, sendo que destes 164 não estavam ocupados.

Treviso tem apresentado nos últimos anos uma taxa média de crescimento populacional da ordem de 1,8% ao ano.

A densidade demográfica populacional é de 22,45 habitantes por quilometro quadrado, segundo o IBGE.

4.6.3. Aspectos Sociais

Em relação a qualidade de vida da população são demonstrados os Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e o Índice de Desenvolvimento Familiar. Estes abordam itens como à educação, longevidade, emprego e renda, trabalho, condições habitacionais e outras variáveis que integram alguns dos indicadores de desenvolvimento humano mencionados.

O IDH municipal do ano de 1991 era de 0,459, sendo que este evoluiu para 0,612 em 2000, e de 0,774 para 2010, tendo uma evolução de 59 % ao longo do período, conforme Figura 97, estando classificado em 42º em relação ao estado de Santa Catarina e em 185º em relação ao país.

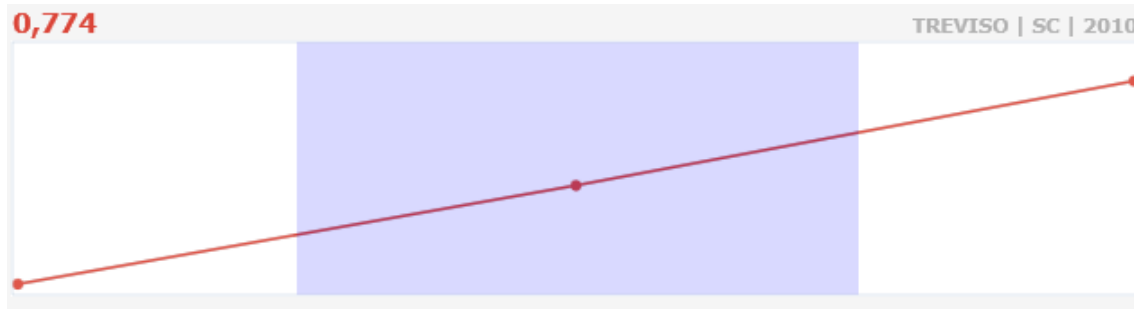


Figura 97: IDH municipal.

Considerando o IDHM de longevidade, conforme Figura 98, o município fica classificado em 32º em relação ao estado de Santa Catarina e em 70º em relação ao país.

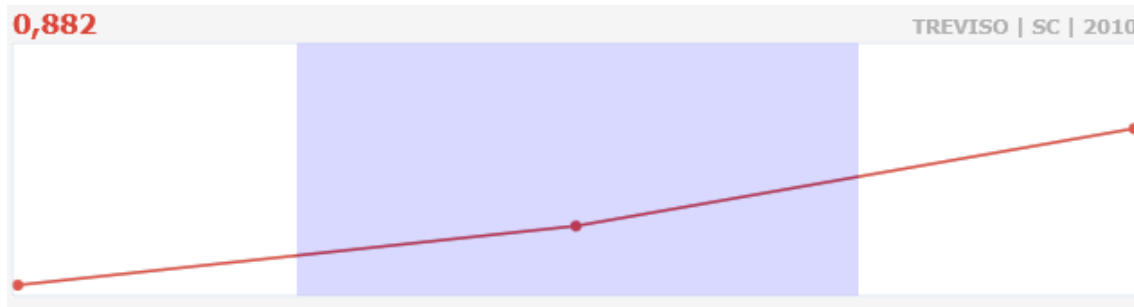


Figura 98: IDH municipal.

Para o IDHM de educação Treviso fica em 28º em relação ao estado e em 212º em nível nacional. Em relação à renda 130º em SC e 665º a nível de país.

O Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), criado pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro para acompanhar a evolução dos municípios brasileiros e os resultados da gestão das prefeituras, apontou, em 2000, o município como o 8º colocado no ranking de desenvolvimento do Estado.

Em 2006, com um índice de 0,7524, a cidade aparece na 30ª posição estadual, sendo que este valor sofreu um incremento para 0,7672 para o ano de 2013, conforme relatório consolidado de 2015 FIRJAN.



Figura 99: Evolução do Índice FIRJAN Consolidado para o município.

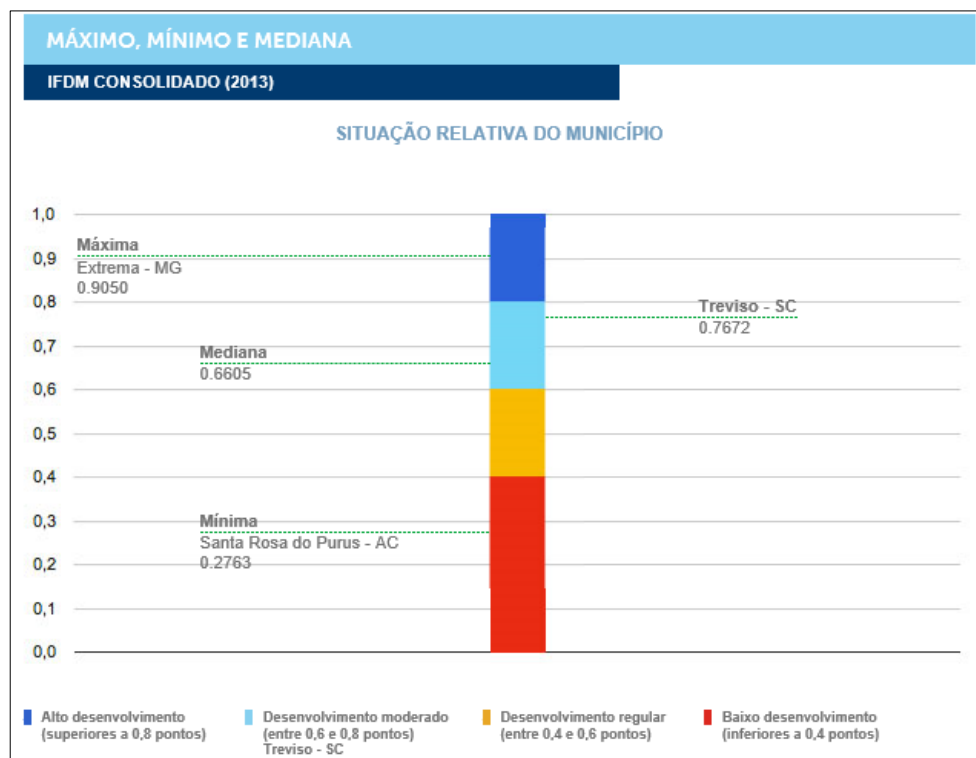


Figura 100: IFDM consolidado FIRJAN 2013.



Segundo SEBRAE, dados do IBGE relacionados ao Mapa de Pobreza e Desigualdade dos Municípios Brasileiros - 2003, a incidência de pobreza em Treviso atinge 18,3% da população do município. A pobreza absoluta é medida a partir de critérios definidos por especialistas que analisam a capacidade de consumo das pessoas, sendo considerada pobre aquela pessoa que não consegue ter acesso a uma cesta alimentar e a bens mínimos necessários a sua sobrevivência.

Abaixo observamos os dados disponíveis do IBGE, sobre a educação no município, sendo efetuadas 580 matrículas para o período, possuindo cinco unidades educacionais e 49 docentes.

Tabela 34: Educação no município de Treviso.

Ensino - Matrículas, Docentes e Rede Escolar 2012	N	
Matrícula - Ensino fundamental	394	Matrículas
Matrícula - Ensino médio	94	Matrículas
Matrícula - Ensino pré-escolar	92	Matrículas
Docentes - Ensino fundamental)	29	Docentes
Docentes - Ensino médio	12	Docentes
Docentes - Ensino pré-escolar	8	Docentes
Escolas - Ensino fundamental	3	Escolas
Escolas - Ensino médio	1	Escolas
Escolas - Ensino pré-escolar	1	Escolas

O IDEB foi criado em 2007 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, com o objetivo de medir a qualidade do aprendizado nacional e estabelecer metas para a melhoria do ensino no país.

O IDEB é calculado a partir de dois componentes: a taxa de rendimento escolar (aprovação) e as médias de desempenho nos exames aplicados pelo INEP. Para este parâmetro o município possui um IDEB de 3,7 de 5ª à 8ª série e também do 1 ao 4 ano para o ano de 2011. Estes valores eram de 4,3 no ano de 2005 e caíram em 2007, conforme a Figura 101.



Figura 101: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB Rede Pública.

Em relação aos aspectos econômicos conforme observamos na Tabela 32, para os dados de 2013, o município possuía 101 estabelecimentos



comerciais, sejam de serviços, comércio e indústrias, com uma ocupação de 1965 pessoas gerando uma renda mensal média de 4,4 SM.

Tabela 35: Síntese econômica municipal IBGE 2013.

Estatísticas do Cadastro Central de Empresas 2013		
Número de unidades locais	101	Unidades
Pessoal ocupado total	1.965	Pessoas
Pessoal ocupado assalariado	1.835	Pessoas
Salários e outras remunerações	72.736	Mil Reais
Salário médio mensal	4,4	Salários mínimos

O Valor Adicional Fiscal é um indicador econômico-contábil utilizado pelo Estado para calcular o índice de participação municipal no repasse de receita do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação, sendo que conforme dados levantados para o período compreendido entre os anos de 2005 à 2007, no município de Treviso as atividades de extração de carvão mineral e o abate e fabricação de produtos de carne correspondiam à 87% de toda a arrecadação do Valor Adicionado Fiscal, sendo a atividade relacionado ao carvão responde sozinho por 70,3%, conforme a Tabela 36.

Tabela 36: Valor adicionado fiscal de Treviso, organizado segundo os 05 grupos de atividades econômicas mais representativas – 2007

Grupos de atividades econômicas - versão CNAE 2.0	2005	2006	2007	Partic. VAF 2007
Extração de carvão mineral	76.482.361	87.531.430	85.761.278	70,30%
Abate e fabricação de produtos de carne	32.697.633	17.156.956	20.361.344	16,70%
Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica	1.592.268	5.235.027	6.343.714	5,20%
Recuperação de Materiais	3.313.962	2.442.404	2.202.402	1,80%
Extração de pedra, areia e argila	597.859	169.230	1.511.157	1,20%

Em relação ao produto interno bruto, para o ano de 2013, segundo IBGE, apresentou para o referido ano um valor de 243.748.000 reais, perfazendo um valor de 65.771,21 reais per capta.

Considerando a atividade de extração de carvão mineral, cerca de 90% da arrecadação das atividades industriais, o valor adicionado pelo período chega à 141.915.600 reais.

Tabela 37: Produto Interno Bruto.

PRODUTO INTERNO BRUTO DE TREVISÓ 2013	Valor	Unidade
Valor adicionado bruto da agropecuária, a preços correntes	10.276	mil reais
Valor adicionado bruto da indústria, a preços correntes	157.684	mil reais
Valor adicionado bruto dos Serviços, a preços correntes - exclusive administração, saúde e educação públicas e	51.593	mil reais



seguridade social		
Valor adicionado bruto da Administração, saúde e educação públicas e seguridade social, a preços correntes	19.489	mil reais
Valor adicionado bruto Total, a preços correntes	239.042	mil reais
Impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos, a preços correntes	4.706	mil reais
PIB, a preços correntes	243.748	mil reais
PIBper capita	65.771,21	reais

A partir dos dados acima expostos, pode-se observar que a atividade mineira em Treviso é de extrema importância para a arrecadação municipal e também para geração de empregos.

4.6.4. Dados Locais

Visando determinar a situação local dos moradores da área da poligonal de influencia direta, foram realizadas entrevistas com superficiários de forma a caracterizar as necessidades e correlações a implantação do empreendimento no local.

Assim foram aplicados questionários padronizados para as pessoas encontradas nos locais de circulação da equipe de entrevistas, pelo método de pesquisa domiciliar, onde foram feitos os seguintes questionamentos;

O nome do entrevistado, a idade, a atividade, papel na família, a quantidade de moradores da residência, o tipo de moradia, o abastecimento de água, esgoto, a renda familiar, o posicionamento em relação à mineração de carvão e também as melhorias que a comunidade acredita ser necessário para o local.

Para o cálculo da intensidade amostral foram extraídos dados do censo do IBGE de 2010, onde foi considerado que o município apresenta uma densidade demográfica de 22,45 habitantes por quilômetro quadrado e que a área de influência direta utilizada que envolve em torno de 414,73 ha (4,14 Km²) chega-se a população local de aproximadamente 94 pessoas.

Desta forma foi utilizada a formula padrão para o cálculo amostral, conforme se observa a seguir, onde:

n é o tamanho da amostra;

N é o universo;

Z é o desvio do valor médio que aceitamos para calcular o nível de confiança. Em função do nível de confiança que buscamos, usaremos um valor determinado que é dado pela forma da distribuição de Gauss.

p é a proporção que esperamos encontrar.



$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

No caso em questão, levando-se em conta a margem de erro de 20% e uma probabilidade de confiança de 90% foi calculado que uma amostragem de no mínimo 15 amostras atenderia as condições preestabelecidas.

No que tange as entrevistas inicialmente era frisada a possibilidade de não responder aquilo que não achar conveniente, inclusive quanto à disposição dos nomes. A partir de então iniciamos as entrevistas considerando as perguntas dos questionários realizadas da forma mais imparcial.

Os dados iniciais envolviam a caracterização do entrevistado como nome e idade e também o papel dentro da família. No que se refere às idades foram obtidos os resultados da figura a seguir.

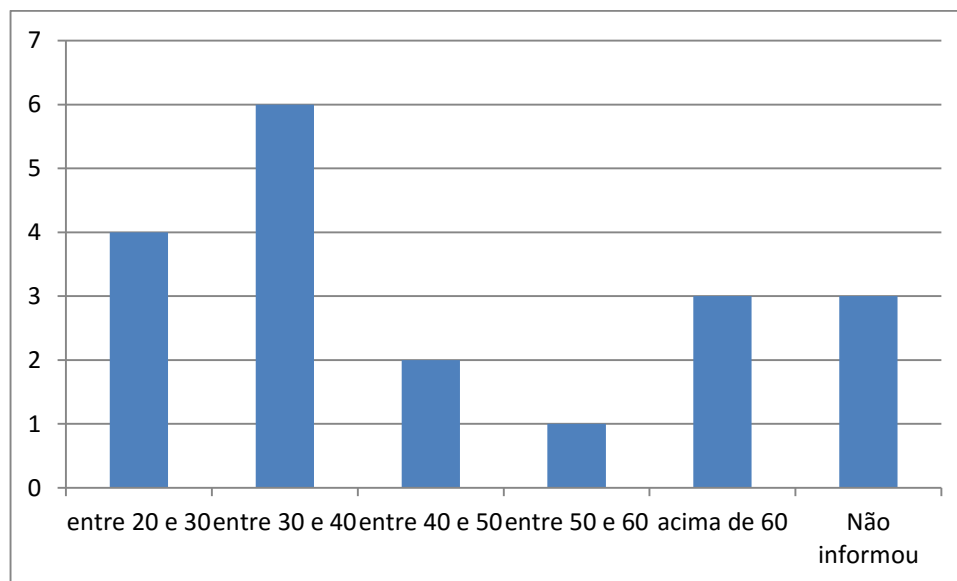


Figura 102: Idades dos entrevistados.

Destes as ocupações envolviam mineiros, donas de casa, aposentados, estudantes e agricultores principalmente. Estes representavam em sua maioria chefes de família, seguido pelos cônjuges e filhos.

Do total de entrevistados, 42% das moradias eram de Alvenaria, tendo a mesma porcentagem para casas mistas. As casas de madeira totalizaram 16% conforme o gráfico da Figura 103.

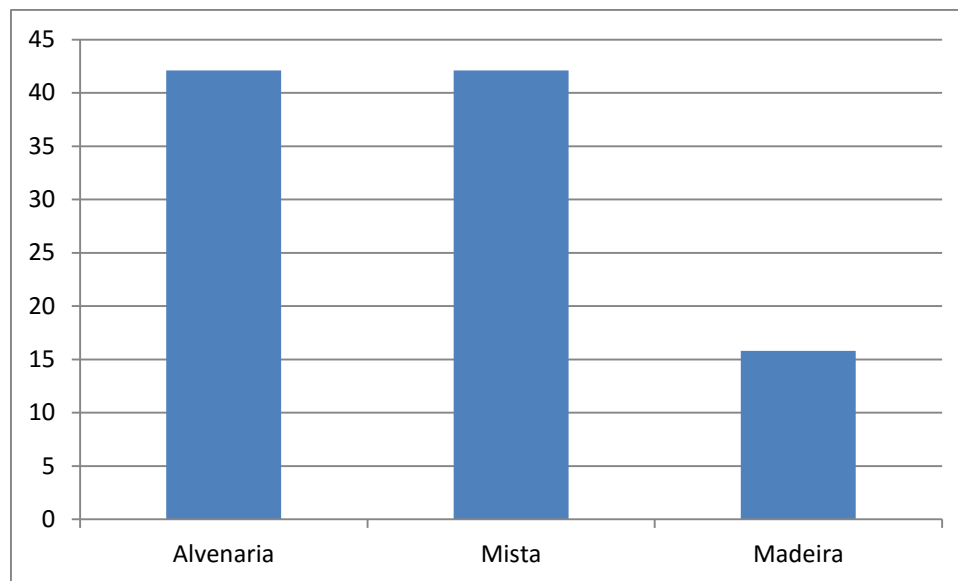


Figura 103: Tipo de moradia dos entrevistados em porcentagem.

Nestas residências residiam ao total segundo as respostas obtidas, 65 pessoas. A divisão destas pessoas nas residências pode ser visualizada na figura a seguir.

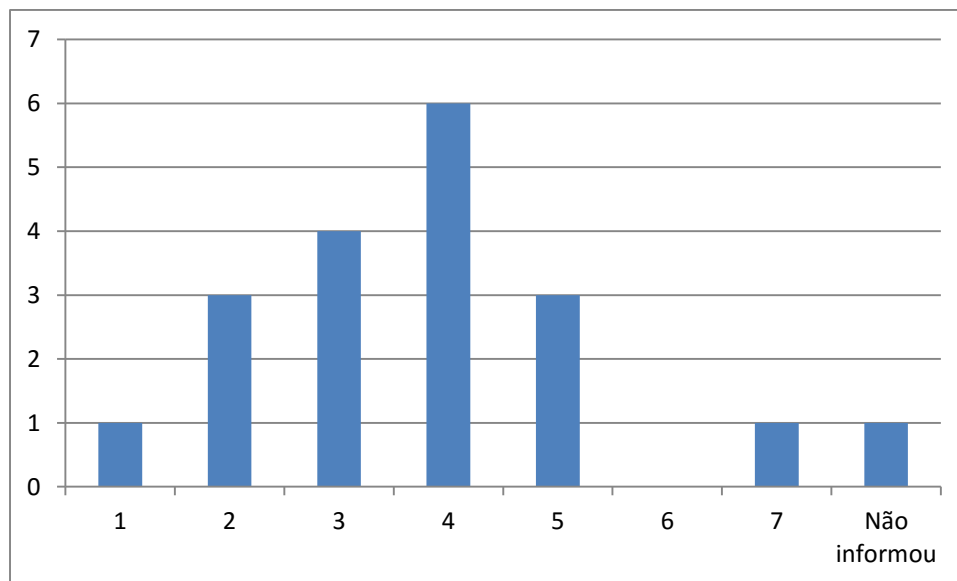


Figura 104: Número de moradores por residência.

Com relação à renda média familiar, todos os entrevistados eram de famílias que recebiam mensalmente até 5 salários mínimos. A divisão destas rendas é apresentada no gráfico da Figura 105.

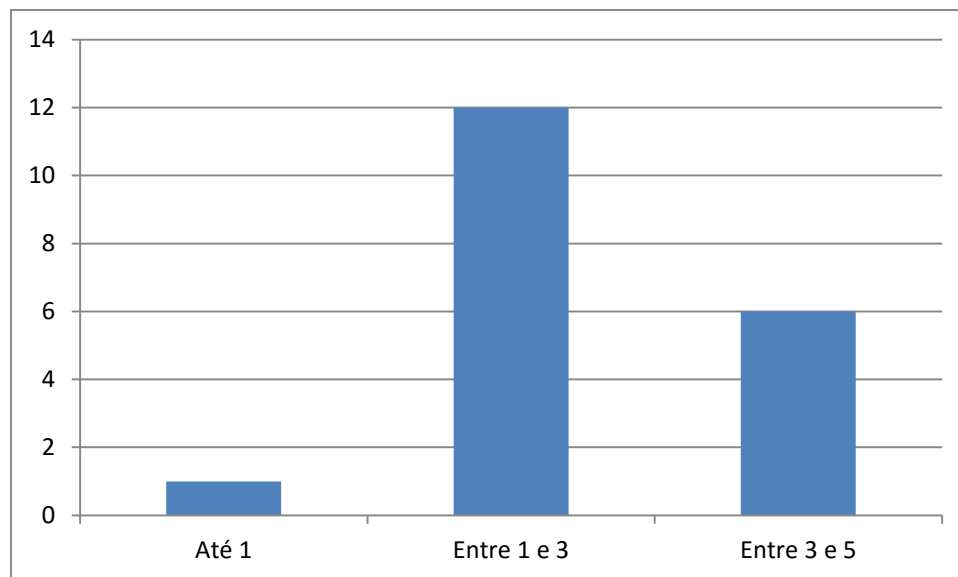


Figura 105: Número de salários Mínimos.

Em relação ao saneamento local para mais da metade dos domicílios a fonte de abastecimento de água era proveniente de uma fonte comunitária que distribui esta diretamente aos usuários sem saneamento. Além destes apenas 31% são abastecidos por água tratada.

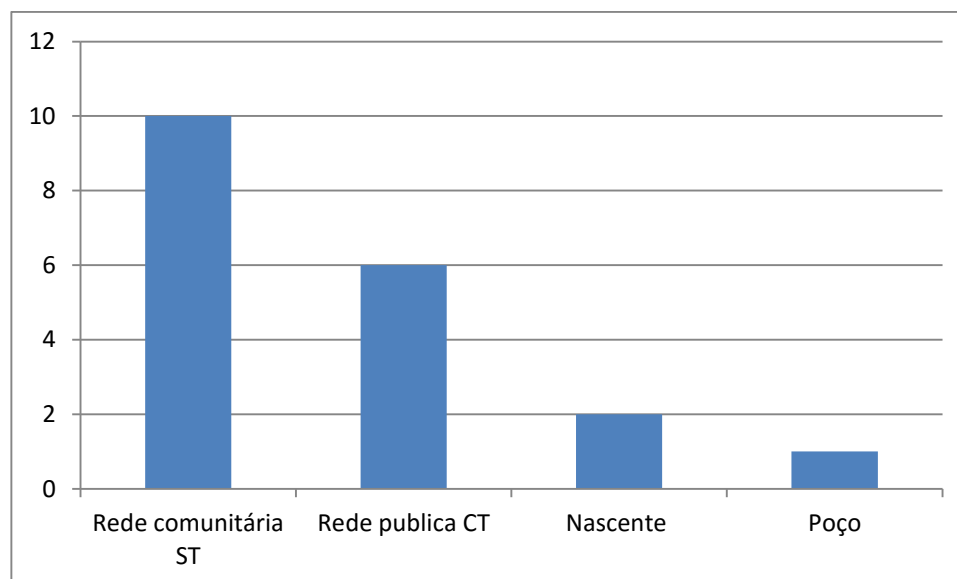


Figura 106: Número de salários Mínimos.

Nenhum dos entrevistados informou a existência de rede pública de captação e tratamento dos esgotos sendo estes tratados individualmente respeitando a proporção descrita na Figura 107.

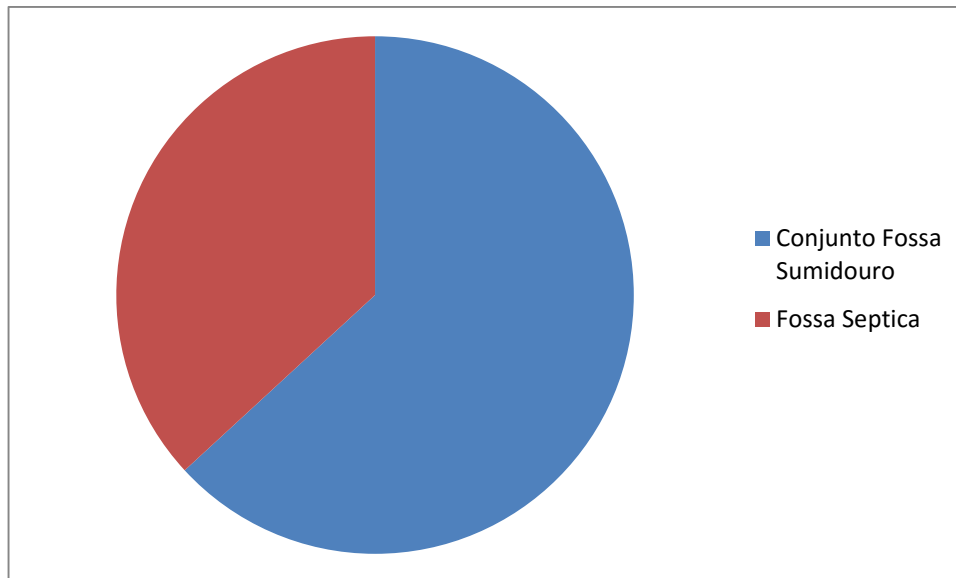


Figura 107: Tratamento de esgotos.

Dos entrevistados, 79% trabalhavam na mineração de carvão e/ou conhecia alguém próximo que o fazia. Da mesma forma dois entrevistados se indicaram contra a mineração de carvão e também dois se mostraram a favor. O restante dos entrevistados respondeu não se importar desde que não traga problemas, de acordo com a Figura 108.

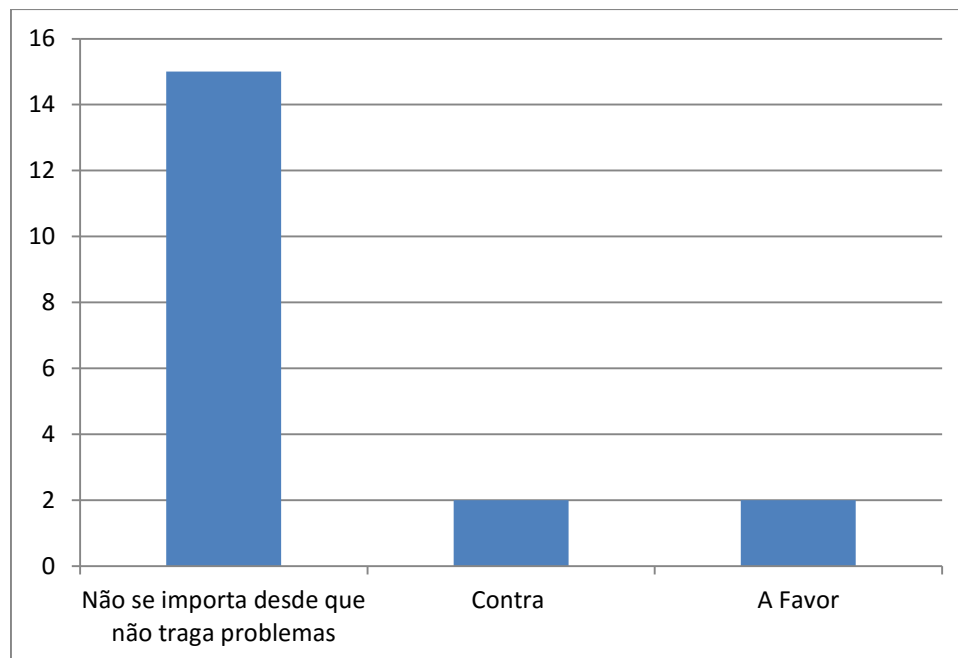


Figura 108: Posicionamento em relação a abertura do empreendimento.

Dos possíveis impactos atrelados ao empreendimento o mais citado foi a poluição das águas superficiais e em relação à secagem dos poços representado 17 entrevistados. Também foram citados outros impactos e um entrevistado citou apenas a geração de emprego e impostos. Por outro lado de todos os



entrevistados apenas 5 dos 19 não citaram os impactos positivos atrelados a geração de empregos e de impostos.

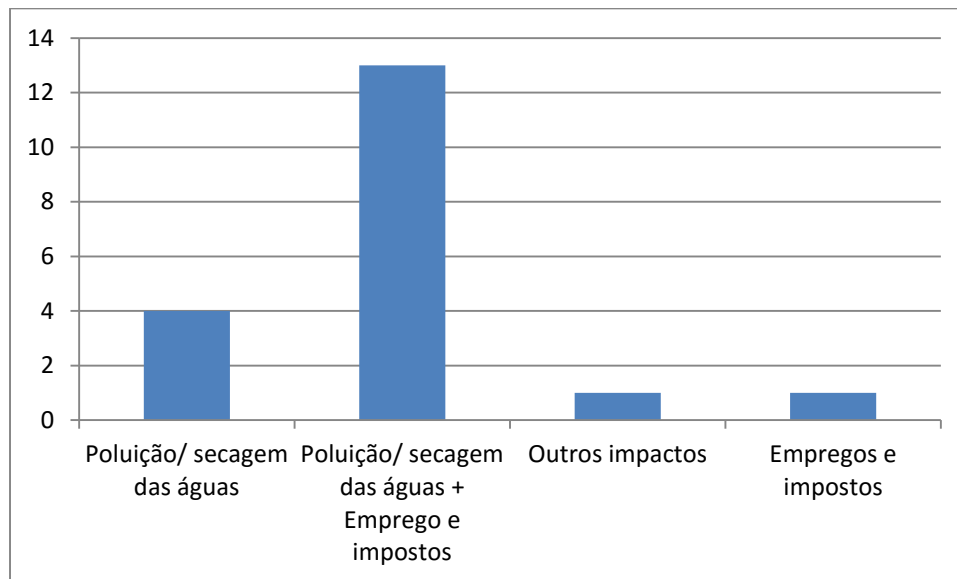


Figura 109: Receios da comunidade em relação ao empreendimento.

Na questão de solicitação de melhorias para a comunidade a pavimentação/ melhoria das ruas foi citada em 21% das entrevistas e em 15 % foi dito que o mais importante era a construção de uma ponte, mesma quantidade que disseram que o mais importante localmente era a recuperação da área degradada do Rio Pio. Também em complemento ao presente os mesmos 15 % citaram a necessidade de melhores empregos localmente, o que pode apoiar a implantação do empreendimento. A mesma porcentagem não soube ou não quis responder. Estes dados podem ser visualizados na Figura 110 a seguir.

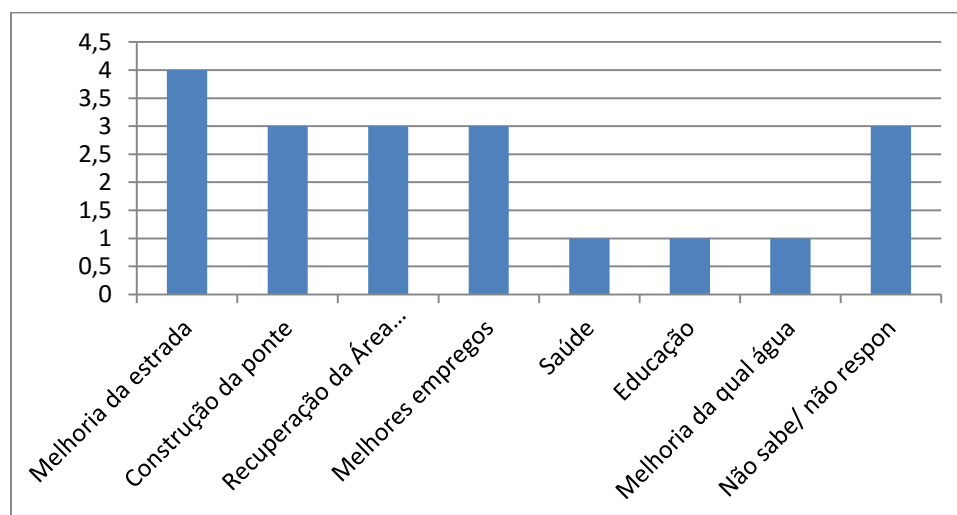


Figura 110: Solicitação de melhorias para comunidade.

Levando-se em consideração que 79% da população local entrevistada é funcionário da mineração ou tem relação com alguém que o é, e que somente 10% se manifestaram contrários ao empreendimento, além da alta carga de



arrecadação ao município a atividade é benéfica a maior parte da população e a administração municipal.



5. ANÁLISE DE RISCOS AMBIENTAIS

Visando o estabelecimento das áreas e parcelas onde os riscos de ocorrência de impactos ambientais eram maiores foi realizada a análise de riscos ambientais com definição espacial. Esta definição possibilita a determinação das áreas passíveis de mineração e realização de atividades no local. De certa maneira se sobrepõe a análise de aspectos e impactos ambientais, porém aqui se define onde pode ou não e posteriormente qualifica e quantifica os impactos ambientais atrelados, sendo então esta fase aquela que determina espacialmente os locais com maiores riscos ambientais. Para tanto é elaborado o mapa de riscos ambientais o qual compõe a sobreposição de diversas qualificações espaciais, tendo como produto o mapa de riscos ambientais.

A elaboração do Mapa de Riscos Ambientais da Mina do Rio Pio foi baseada na metodologia proposta pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM. A mesma estabelece diretrizes para a elaboração de análises espaciais de riscos ambientais, sendo esta um pré-requisito para o processo de licenciamento ambiental do empreendimento.

A área da Análise de Riscos Ambientais realizada para a Mina Rio Pio foi delimitada pela poligonal do projeto de lavra, a qual possui aproximadamente 413,73 ha.

Para o processamento dos dados foi utilizado o software Quantun GIS 2.6.1. considerando a metodologia de integração de dados apresentada em sequência.

5.1. AQUISIÇÃO DE DADOS

Os dados para elaboração desta análise foram obtidos utilizando-se as informações produzidas no **Projeto Técnico da Mina Rio Pio**. Esse projeto subsidiou as feições geográficas e os atributos ambientais necessários para obtenção do mapa de risco.

Para tanto foram determinadas as camadas de informações apresentadas na Tabela 38.



Tabela 38: Camadas de informações utilizadas na análise.

CAMADAS DE INFORMAÇÕES		
Tema	Classes	Fonte
Construção Civil	Edificações	PTM
	Estradas	PTM
	Açudes	PTM
Geologia	Falhas	PTM
	Intersecções de Falhas	PTM
Hidrologia	Condutividade Hidráulica	PTM
Hidrografia	Nascentes	PTM
	Rios Principais	PTM
	Rios Secundários	PTM
	Nascentes	PTM
	Banhados	PTM
Isocobertura	Espessura da Camada	PTM

5.2. CONSTRUÇÃO DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO

Inicialmente os arquivos vetoriais produzidos na fase de diagnóstico ambiental foram convertidos e organizados para um ambiente de sistema de informações geográficas. Nesta fase fez-se a verificação da consistência geométrica das temáticas empregadas e a estruturação dos arquivos para aplicação de álgebras de mapas.

Posteriormente estes dados foram valorados e convertidos em arquivos matriciais com células de 20 m x 20 m. Essa representação matemática facilita a execução dos cruzamentos dos mapas utilizando cálculos com as camadas de informação.

5.3. OPERAÇÕES COM AS CAMADAS DE INFORMACOES

Para realização dessa atividade usou-se a calculadora matricial do software QuantunGis 2.6.1. Esta ferramenta permite a realização de operações algébricas e estatísticas entre as camadas de informações.

Tais camadas, agora em formato matricial, foram integradas gerando a matriz de valores resultantes do cruzamento espacial entre as classes temáticas.

5.4. RECLASSIFICAÇÃO DA MATRIZ DE VALORES

A reclassificação é uma etapa onde se busca definir intervalos para as classes de risco. Este procedimento implicará nos quantitativos globais referentes à área de abrangência de cada classe. Também implicará na distribuição espacial



das classes, e conseqüentemente, nas áreas prioritárias do ponto de vista do gerenciamento de riscos.

A metodologia prevê a distinção da escala de valores de risco em três classes, sendo elas alto, médio e baixo risco.

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

Adotando-se esta reclassificação a matriz de risco, foi realizada uma quantificação de áreas (dentro de poligonal do projeto de lavra) para cada classe, conforme a tabela a seguir:

Tabela 39: Quantitativos de áreas para cada classe de risco ambiental referente divisão em três intervalos iguais.

CLASSE DE RISCO AMBIENTAL	ÁREA (ha)
BAIXO	387,69
MÉDIO	26,55
ALTO	0,50

Analisando-se a Tabela 39, pode-se concluir que para a reclassificação em três intervalos iguais, aproximadamente 93,48% da área analisada apresenta baixo risco ambiental. A classe de risco ambiental médio abrange cerca de 6,40% e as áreas de alto risco ambiental 0,12%.

As classes estabelecidas com base nesta reclassificação podem ser observadas na imagem da Figura 111.

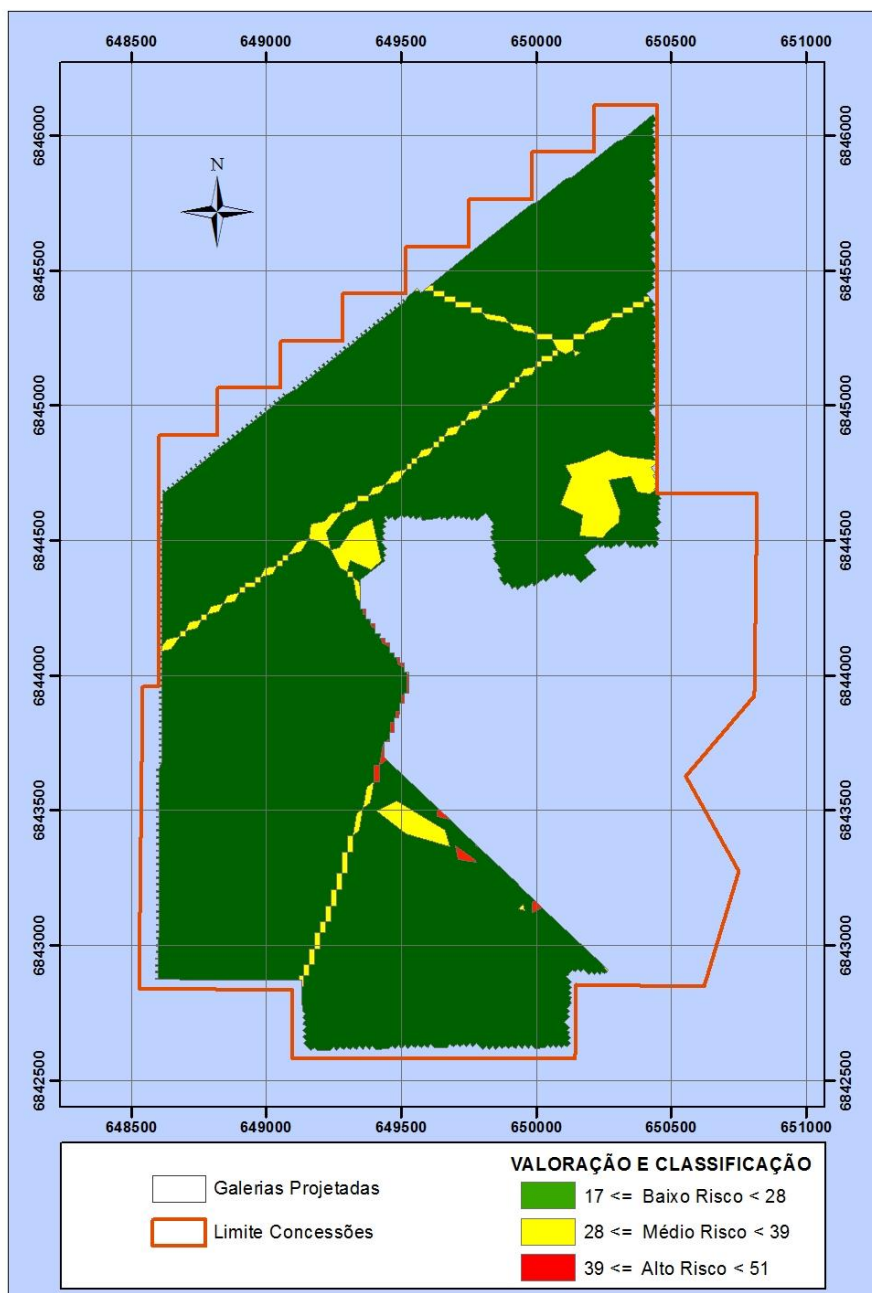


Figura 111: Classes estabelecidas com base na reclassificação em três intervalos iguais.

Outra representação utilizada, esta baseada na análise estatística do histograma da população de dados, foi a de Quebras Geométricas.

Esta reclassificação destacou como áreas de alto risco prioritariamente àquelas relacionadas às falhas geológicas e locais de baixa cobertura. Os quantitativos de área referentes a esta reclassificação podem ser observados na Tabela 40.



Tabela 40: Quantitativos de áreas para cada classe de risco ambiental referente divisão em três intervalos geométricos.

CLASSE DE RISCO AMBIENTAL	ÁREA (ha)
BAIXO	109,93
MÉDIO	196,40
ALTO	108,41

Analisando-se a Tabela 40, pode-se concluir que para a reclassificação em intervalos geométricos, aproximadamente 26,51% da área analisada apresenta baixo risco ambiental. A classe de risco ambiental médio, abrange cerca de 47,35% e as áreas de alto risco ambiental 26,14%.

As classes estabelecidas com base na reclassificação em intervalos geométricos podem ser observadas na imagem da Figura 112.

A reclassificação em três intervalos iguais mostrou-se com vocação para o gerenciamento de medidas de controle de risco no planejamento em longo prazo das atividades em subsolo. Já a reclassificação em intervalos geométricos proporciona uma visão mais pessimista, porém destaca os riscos associados aos recursos hídricos, se tornando uma ferramenta bastante útil para nortear os trabalhos de gerenciamento de riscos e gestão ambiental nas atividades monitoramento que serão desenvolvidas durante o avanço da mina.

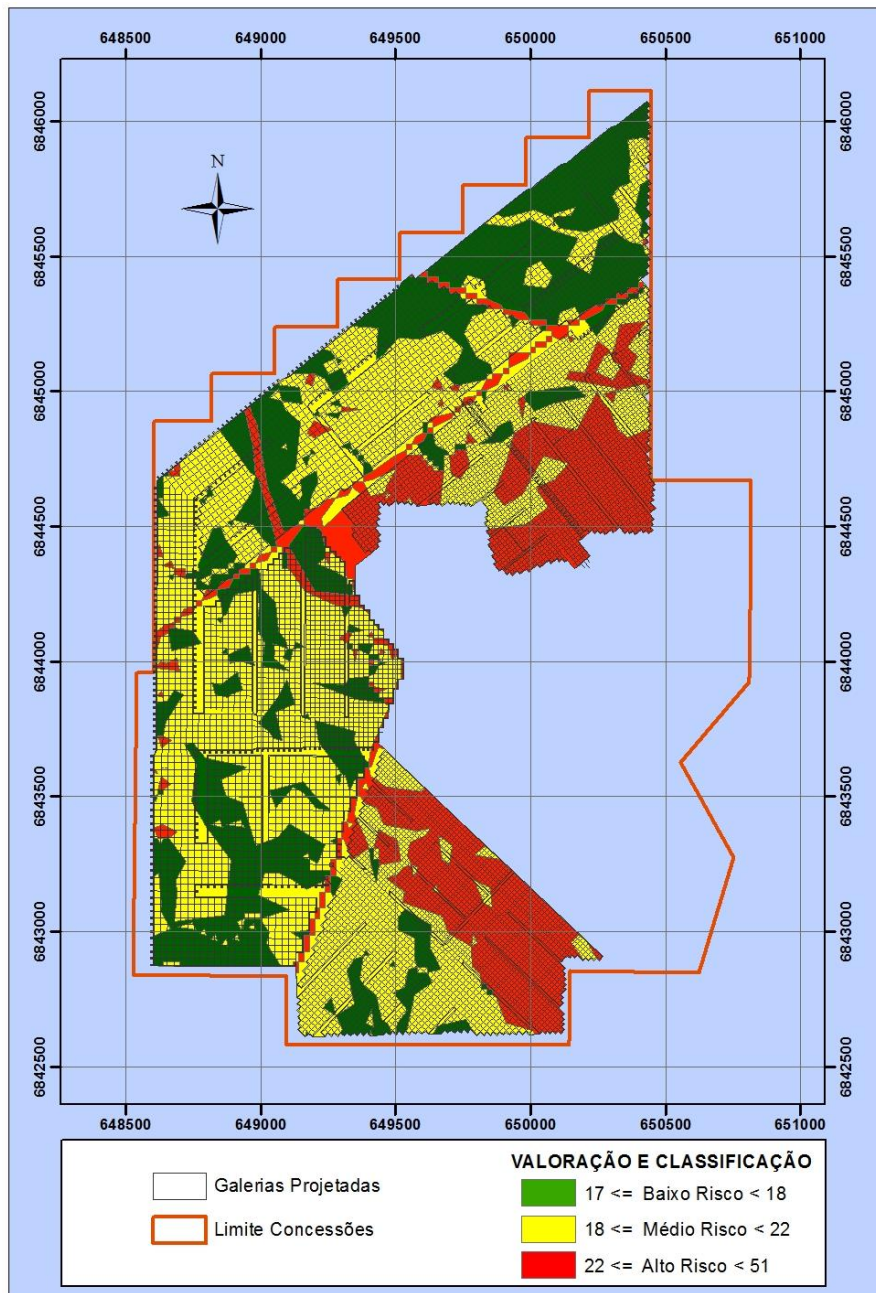


Figura 112: Classes estabelecidas com base na reclassificação em três intervalos geométricos.

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



6. IMPACTOS AMBIENTAIS

O objetivo primordial de um estudo ambiental é a determinação dos potenciais impactos passíveis de ocorrerem atrelados ao empreendimento em análise. A partir de então se estabelecem as formas de gestão e controle.

Portanto para que se possam atingir os resultados esperados do Estudo de Impacto Ambiental – EIA/ RIMA é de suma importância a verificação das principais interações ambientais, sociais e econômicas.

Torna-se necessário então a identificação, qualificação e quantificação dos principais impactos ambientais para definição das formas de minimizá-los, de potencializá-los e/ou compensá-los conforme estabelece a legislação do licenciamento ambiental, essencialmente a Resolução Conama 01/1986.

Visando aperfeiçoar esta avaliação considerando que existem na literatura vários métodos, cada qual com suas características e limitações específicas, envolvendo além da experiência dos profissionais envolvidos, uma junção essencialmente da metodologia “Ad Hoc” com os de “sobreposição de camadas” e de “matrizes de interação” idealizadas pela equipe.

Assim, os impactos ambientais foram definidos para cada item verificado, caracterizados por toda a equipe de forma a obter resultados mais próximos da realidade do local, envolvendo os meios físicos, biológico e antrópico considerando as análises e interações de causa de efeito de forma a definir as formas de controle e as possibilidades de reversão dos mesmos.

6.1. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A partir do diagnóstico ambiental e da experiência dos técnicos em outros empreendimentos semelhantes os resultados possibilitam a identificação dos principais impactos potenciais atrelados aos processos do empreendimento.

A partir do conjunto de informações geradas foram estabelecidos pela a interação entre a equipe técnica os principais impactos ambientais que por serem de diferentes formas e interações foram compiladas em uma matriz de significância onde estão definidos os principais aspectos e impactos com suas respectivas quantificações e qualificações, bem como as ferramentas de controle expostas simplificadamente.

Para esta valoração na matriz de classificação de aspectos e impactos, a partir da definição da possível existência deste, foram analisadas as características individuais de cada impacto identificado. Inicialmente definiu-se a fase da possível ocorrência do impacto (implantação, operação e desativação do empreendimento). Na sequência verifica-se os aspectos dos impactos ambientais determinados e prosseguindo então com a qualificação e quantificação da natureza (se ocorre no solo, na água, no ar, no meio antrópico entre outros) para posteriormente ser analisado quanto à valoração e ou classificação.

Para as definições e análises específicas de cada impacto foram considerados os parâmetros comparativos apresentados em sequência.

Após análise o impacto é classificado em positivo ou em negativo, atribuindo o sinal correspondente (Positivo ou negativo), sendo que a partir de então para cada item analisado considera-se uma variação entre 1 e 3, ou 1 e 4 ou 1 e 5 conforme as escalas a seguir. Para esta definição foi utilizado entre outras metodologias a experiência dos técnicos e a base do método HP usando



valores conforme a significância de cada nível de análise dos impactos ambientais.

Conforme definido na Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais o primeiro item a ser analisado envolve a probabilidade de ocorrência do impacto de forma que foi estabelecida a escala de 1 a 3 a partir da seguinte determinação.

- 1 para probabilidade de ocorrência muito rara;
- 2 para probabilidade média de ocorrência;
- 3 para probabilidade alta de ocorrência;

Sabendo-se a probabilidade de ocorrência determinamos a frequência na qual o impacto pode ocorrer. Assim para a determinação da frequência em que ocorre o impacto foram considerados os seguintes itens de qualificação:

- 1 para ocorrência muito rara;
- 2 para ocorrência periódica;
- 3 para ocorrência constante.

A seguir, outro ponto importante de ser verificado e classificado envolve a determinação da abrangência do impacto, ou seja, até onde o impacto pode causar danos ao meio. Para a qualificação da escala foram considerados os seguintes valores:

- 1 Impacto apenas no ponto de ocorrência;
- 2 Impacto dentro dos limites do pátio de beneficiamento;
- 3 Impacto dentro dos limites da área de influência direta;
- 4 Impacto dentro dos limites da área de influência indireta.

Em sequência o impacto é quantificado quanto a sua reversibilidade de forma que esta envolve a determinação do quanto os resultados obtidos pelas ações de controle do impacto são eficientes para a possível minimização quando da ocorrência destes.

Estes são classificados considerando a seguinte valoração:

- 1 para reversibilidade completa sem ações diretas;
- 2 para reversibilidade completa com pequenas ações, baixo nível de investimento de capital e tecnológico;
- 3 para reversibilidade completa com ações periódicas, médio nível de investimento de capital e tecnológico;
- 4 para reversibilidade completa com ações constantes, alto nível de investimento de capital e tecnológico e/ou irreversibilidade;

Em continuidade o outro aspecto a ser quantificado, considerado dentro do método de determinação como o índice mais relevante a ser determinado envolve a verificação da consequência do impacto, ou seja, o quanto este pode interferir e causar danos ao ambiente. Na determinação da consequência foi considerada a escala com as seguintes valorações;

- 1 para consequência desprezível;
- 2 para consequência pequena;
- 3 para consequência média;
- 4 para consequência alta;



5 para consequência crítica.

A partir daí valores relacionados são somados entre si para que na coluna seguinte seja apresentada a pontuação obtida pela valoração de cada item em todos os impactos individualmente (linha do impacto).

Assim foi determinada a magnitude de cada item, estimando também a grandiosidade individual.

Para qualificar os impactos identificados realizou-se a uma soma das colunas de cada item analisado anteriormente a qual é multiplicada pelo sinal determinado para o impactos sendo utilizada a seguinte escala:

- 0 a 6: impacto insignificante positivo;
- 1 a -6: impacto insignificante negativo;
- 7 a 10: impacto pequeno positivo;
- 7 a -10: impacto pequeno negativo;
- 11 a 13: impacto médio positivo;
- 11 a -13: impacto médio negativo;
- 14 a 16: impacto alto positivo;
- 14 a -16: impacto alto negativo;
- 16 a 19: impacto crítico positivo;
- 16 a -19: impacto crítico negativo.

Mesmo considerando a definição da escala apresentada, pode-se notar que a mesma pode ter uma interpretação individual. Por isto para esta determinação foram consideradas as opiniões de toda a equipe envolvida além da metodologia aplicada a qual sofreu adaptações ao longo das verificações para representar da melhor maneira os resultados obtidos.

Na matriz de significância foi também considerada uma escala de cores que envolvem variações de azul para os impactos positivos e variações entre o branco, amarelo, alaranjado e vermelho para a classificação dos impactos negativos, sendo esta escala apresentada sobreposta a pontuação dos impactos. Em sequência são apresentadas simplificadaamente as formas de controle determinadas para controlar estes impactos em conjunto com o Plano de Gestão Ambiental e Monitoramento estabelecido para controle deste impacto bem como se o mesmo cumpre a legislação relacionada, considerando os parâmetros determinados neste estudo com base no Projeto Técnico de Mina – PTM da Mina Rio Pio.

Para facilitar o entendimento das avaliações dos aspectos e impactos ambientais segue abaixo a descrição dos impactos, excetuando os classificados como insignificantes e pequenos, que facilita a inserção dos dados obtidos e a avaliação das classificações e das medidas mitigatórias e compensatórias atreladas na matriz.

Para as análises dos impactos foram considerados os períodos de implantação, operação e pós uso.

Considerando o Plano de Lavra e os estudos anteriores e hidrogeológico, as principais atividades a serem realizadas para o empreendimento envolverão as seguintes atividades:

- Serviços iniciais de remoção dos solos e terraplanagem;
- Trabalhos de abertura de pátio, plano inclinado e poços;



- Construções das estruturas de auxílio;
- Escavações superficiais e subsuperficiais;
- Mineração em subsolo;
- Abertura de espaços em subsolo (galerias);
- Drenagem para a superfície de efluentes da Mina;
- Operação de máquinas e ETE na superfície;
- Movimentação e gestão do ROM.

6.2. ASPECTOS E IMPACTOS DURANTE AS OBRAS DE IMPLANTACAO E ABERTURA DA MINA

Conforme apresentado anteriormente foram determinados os principais aspectos e respectivos impactos ambientais possivelmente ligados ao empreendimento os quais foram sintetizados na matriz de significância apresentada posteriormente.

Assim a seguir estão descritos os aspectos com seus principais impactos ambientais sendo os que obtiveram classificação como insignificantes ou pequenos não discutidos diretamente sendo controlados conforme apresentado na matriz ou apresentados em conjunto tal como os impactos positivos.

Aumento no consumo de serviços, combustíveis, equipamentos e materiais: A partir do início das atividades será necessária a contratação de profissionais locais e empresas para a realização das atividades de implantação, (terraplenagem e construção) envolvendo também, o consumo de materiais e equipamentos, sendo estes em parte considerados impactos positivos, devido à geração de recursos e dividendos para os trabalhadores devendo também ser consumidos materiais de construção e outros materiais os quais devem gerar renda para a comunidade de entorno.

Exposição de solos e taludes: Inicialmente para a construção das estruturas e acessos ao empreendimento será necessária a retirada dos solos, para que se possam iniciar as obras de terraplanagem e estruturas. Com esta exposição poderão ocorrer erosões dos solos e conseqüentemente assoreamento dos recursos hídricos do entorno, sendo estes considerados impactos médios.

Alteração da topografia local: Assim como na exposição dos solos descrita anteriormente, para a construção das estruturas e acessos ao empreendimento será necessária a correção da topografia, tendo como consequência a alteração da topografia local e o afugentamento da fauna.

Geração de efluentes pelos processos iniciais: Com o início das atividades de aberturas dos acessos poderá haver a geração de efluentes provenientes das drenagens, sendo que estes terão carga elevada de sólidos. Como impactos principais existe a possibilidade de poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e também dos solos.

Geração de efluentes orgânicos dos banheiros e refeitório: Arelado ao início da obra deverão ser construídos o refeitório e os banheiros para os colaboradores sendo que estas estruturas possibilitarão a geração de efluentes fora dos padrões legais com elevada carga orgânica e possivelmente contaminada com patógenos. Como impactos principais existem as



possibilidades de poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e também dos solos.

Geração de impostos para o poder público com possibilidade de melhoria da infraestrutura da comunidade: Com o início das atividades locais será realizado o faturamento dos trabalhos realizados tendo como impactos o aumento das receitas locais, bem como a possível melhoria da infraestrutura local atrelada ao empreendimento e necessidades de entorno. Como impactos ambientais positivos foram determinados a melhoria da qualidade de vida dos moradores de entorno, a melhoria da infraestrutura local e também ao aumento das receitas do poder público.

Circulação de máquinas e equipamentos: Com a realização das atividades será necessário que circulem localmente veículos e equipamentos os quais poderão causar transtornos locais sendo determinados como impactos a poluição do ar, a possibilidade de ocorrerem acidentes (de trânsito pelas máquinas e caminhões), transtornos ao trânsito pelo aumento da circulação, afastamento da fauna e a perturbação do sossego alheio sendo este último o único com classificação acima de baixo sendo então classificado como médio.

Aberturas do plano inclinado e poços de ventilação: Visando acessar a camada de carvão serão abertos acessos à mina em subsolo envolvendo o plano inclinado e os poços de ventilação. Inicialmente para a construção das estruturas e acessos do empreendimento será necessário a retirada dos solos para que se possam iniciar as obras de terraplanagem e estruturas. Com esta exposição poderão ocorrer erosões e conseqüentemente assoreamento dos recursos hídricos do entorno sendo estes considerados impactos pequenos.

Podem ocorrer durante a furação acessos de águas superficiais ao subsolo e vice-versa, potencializando o risco de poluição das águas superficiais e/ ou subterrâneas.

Também durante a furação poderão ocorrer rebaixamentos do lençol localmente e subsidências assim como o risco de acidentes com animais e pessoas ao circularem em proximidade ao local das obras. Estes impactos foram classificados como pequenos e a possibilidade de perturbação do sossego alheio como impacto médio.

Geração de resíduos não recicláveis: Atrelado a todas as atividades diretas (Obras, perfurações, terraplanagem) e indiretas (Cozinhas, banheiros, oficinas) serão gerados vários tipos de resíduos dentre os quais resíduos não recicláveis que se geridos de maneira desleixada podem ocasionar como impactos a poluição das águas superficiais, subterrânea, dos solos. Além disto, pode ocorrer a atração de vetores. Todos estes impactos foram caracterizados como pequenos.

Geração de resíduos recicláveis: Os resíduos recicláveis devem ser gerenciados para que não haja impactos na poluição das águas superficiais e/ou subterrânea e nos solos. Para este caso como são resíduos passivos de serem revendidos estes também pode gerar um impacto positivo frente ao reaproveitamento e obtenção de receitas.

Geração de resíduos perigosos: Com a realização das atividades de manutenção dos equipamentos máquinas e estruturas podem ser gerados resíduos perigosos tais como estopas sujas com óleos e graxas, óleos e graxas inservíveis, além de possíveis resíduos contaminados com tintas, os quais podem



ocasionar impactos nas águas e nos solos, Estes impactos foram caracterizados como pequenos.

Geração de resíduos de solos e estéreis: Com as ações de decapagem dos solos, terraplanagem e furações serão gerados solos e estéreis que tem potencial para gerarem impactos sobre as águas superficiais e subterrâneas, sobre os solos e também passíveis de geração de renda para o empreendimento. Estes foram classificados como impactos pequenos.

Consumo de energia: Ligados às atividades de construção e perfuração das estruturas haverá aumento na demanda de energia elétrica. Esta é proveniente da rede da CETREL, a qual se verifica o impacto positivo do repasse de valores a concessionária, sendo este classificado como médio.

Geração de ruídos e vibrações: Ligados às atividades de construção e perfuração das estruturas deverão ser gerados ruídos e vibrações, sendo este impacto classificado como médio.

6.3. ASPECTOS E IMPACTOS DURANTE A OPERAÇÃO DA MINA

Na sequência são descritos os aspectos com respectivos impactos ambientais passíveis de serem gerados durante a operação da Mina Rio Pio.

Aumento no consumo de serviços, combustíveis, equipamentos e materiais, além do aumento das oportunidades de empregos e serviços: Para a realização das atividades de mineração e atividades complementares deverão ser contratados profissionais, dos quais a maioria devesse ser local para facilitar toda a logística relacionada, envolvendo também o consumo de materiais e equipamentos sendo considerados em sua maioria com impactos positivos, devido à geração de recursos e dividendos para os trabalhadores, consumo de materiais de reposição, manutenção e construção gerando renda para a região.

Geração de efluentes e drenagens de mina e do pátio: A partir dos trabalhos de perfuração deverão ser geradas drenagens constantemente, sendo esta geração aumentada ao longo dos trabalhos de mineração com o devido aumento da área minerada. Águas com características semelhantes poderão ser geradas na área de pátio de ROM com o início das atividades provenientes das águas pluviais incidentes. Estas drenagens deverão possuir elevadas cargas de acidez, de sulfatos, de ferro total, de manganês entre outros, formas que poderão ocasionar poluição das águas superficiais, subterrâneas e dos solos, sendo estes impactos considerados com potencial crítico.

Geração de efluentes orgânicos dos banheiros e refeitório: Durante a mineração local deverão ser gerados efluentes dos refeitórios e dos banheiros de forma que possibilitarão a geração de efluentes fora dos padrões legais com elevada carga orgânica e possivelmente contaminada com patógenos. Como impactos principais existe a possibilidade de poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e também dos solos. Para a poluição das águas superficiais o impacto foi considerado alto e para os solos e águas subterrâneas médio.

Geração de royalties para os superficiários e para o poder público: Conforme estabelece a legislação relacionada à mineração, o superficiário tem direito ao recebimento de royalties atrelado a extração e comércio do ROM, valores estes que o empreendedor deverá repassar com o início das atividades econômicas no local, sendo este um impacto positivo.



Constante circulação de caminhões e carretas, máquinas e equipamentos: Com a realização das atividades será necessário que circulem localmente veículos transporte, manutenção e equipamentos os quais poderão causar transtornos locais sendo determinados como impactos a poluição do ar, a possibilidade de ocorrerem acidentes (de trânsito pelas máquinas e caminhões), transtornos ao trânsito pelo aumento da circulação, afugentamento da fauna e a perturbação do sossego alheio. O risco de acidentes foi considerado como alto e a poluição do ar e a perturbação do sossego alheio como médios.

Abertura das galerias em subsolo: Este aspecto foi aqui desmembrado para facilitar e frisar a compreensão dos impactos diretamente ligados a estas ações. Assim, este poderá gerar impactos tais como a poluição das águas superficiais e subterrâneas e o rebaixamento do lençol freático, sendo estes considerados como impactos críticos. Também existem os impactos atrelados aos riscos de subsidências em superfície e de rachaduras nas casas e outras edificações em superfície, além da possibilidade de ocorrência de conexão entre os diferentes aquíferos envolvidos, sendo estes últimos impactos considerados como altos.

Retirada de drenagens da mina (drenagens de subsolo): Pode rebaixar o lençol freático e poluir das águas superficiais e subterrâneas. Estes foram classificados como críticos.

Geração de resíduos não recicláveis: Da mesma forma que na fase de implantação ligados a todas as atividades serão gerados vários tipos de resíduos e podem ocasionar como impactos a poluição das águas superficiais e/ou subterrânea e dos solos. Além disso, pode ocasionar a atração de vetores. Todos estes impactos foram caracterizados como pequenos.

Geração de resíduos recicláveis: Em praticamente todas as atividades serão gerados resíduos recicláveis, os quais se gerenciados de forma dispendiosa podem gerar impactos como a poluição das águas superficiais, subterrânea, dos solos. Para este caso, como são resíduos passivos de serem revendidos estes também pode gerar um impacto positivo, o qual se apresenta como a geração de renda para a CIPA.

Geração de resíduos perigosos: Com a realização das atividades de manutenção dos equipamentos máquinas e estruturas poderão ser gerados resíduos perigosos, tais como estopas sujas com óleos e graxas, óleos e graxas inservíveis, além de possíveis resíduos contaminados com tintas os quais podem ocasionar impactos as águas e solos essencialmente. Estes impactos foram caracterizados como médios.

Consumo de energia: Ligado a atividade de operação acontecerá o aumento do consumo de energia elétrica proveniente da rede de distribuição da CETREL, a qual se enfatiza os impactos positivos do repasse de valores a concessionária, este impacto foi classificado como médio.

Geração de ruídos e vibrações: Ligados a atividades do empreendimento deverão ser gerados ruídos e vibrações, sendo estes impactos classificados como médios.

6.4. ASPECTOS E IMPACTOS NO PÓS OPERAÇÃO DA MINA

Em sequência são descritos os aspectos com respectivos impactos ambientais passíveis de serem gerado após a operação da Mina Rio Pio.



Recuperação de parte da área com cobertura do solo e revegetação:

Após o uso da área, a mesma será recuperada com a construção do solo e com cobertura vegetal, possibilitando impactos como a diminuição da poluição visual e a atração de fauna ao local.

Diminuição de empregos e impostos e cessão dos royalties aos superficiários: Após o exaurimento da mina e conseqüente fim das atividades locais, os empregos serão cessados, assim como o repasse de impostos ao poder público e os royalties aos superficiários.

Geração de resíduos não recicláveis: Na fase de desmontagem e pós-uso do empreendimento serão gerados resíduos não recicláveis, possibilitando a ocorrência de impactos como a poluição das águas superficiais, subterrânea, dos solos, além da possível atração de vetores. Todos estes impactos foram caracterizados como pequenos.

Geração de resíduos recicláveis: Após o fechamento da mina gerar-se-á resíduos recicláveis, os quais podem gerar impactos como a poluição das águas superficiais, subterrânea, dos solos.

Geração de efluentes das drenagens de mina e do pátio: Poderão ser geradas efluentes de subsolo, bem como de águas pluviais incidentes no pátio de operação. Estes impactos foram considerados com potencial médio.

Geração de resíduos perigosos: Ainda durante o encerramento das atividades, poderão ser gerados resíduos perigosos tais como estopas sujas com óleos e graxas, óleos e graxas inservíveis os quais podem ocasionar poluição das águas e ao solo, mesmo que em menor intensidade que as fases anteriores. Assim estes impactos foram caracterizados como médios.

Consumo de energia: Outro aspecto ligado às atividades pós-operação indica que ainda será consumida energia elétrica proveniente da rede de distribuição da CETREL, ocorrência de impacto positiva em razão do repasse de valores monetários a concessionária e foi classificada como impacto médio, além da possibilidade de redução do uso de recurso mineral a qual foi classificada como insignificante.

Recuperação dos níveis potenciométricos dos aquíferos: Com o fim da extração na Mina Rio Pio e respectivo abandono da mesma em subsolo, os níveis piezométricos tendem a voltar ao nível original de forma a proporcionar a poluição das águas superficiais e subterrâneas e do solo.

Subsidências em superfície: Com o fim da Mina Rio Pio e respectivo abandono da mesma em subsolo poderá ocorrer erosões e subsidências na superfície, possibilitando acidentes com pessoas e com animais e também pode facilitar o caminamento de águas pluviais as galerias e danificar edificações em superfície.

Conexões verticais entre aquíferos: Com o fim da extração na Mina Rio Pio e o respectivo abandono da mesma em subsolo e considerando a recuperação dos níveis piezométricos, os acessos e infraestrutura subterrânea podem ligar verticalmente o fluxo de águas do aquífero subterrâneo e o do aquífero livre, fazendo com as cargas hidráulicas aumentem e por conseqüência podem levar ao surgimento de lagoas ácidas.

Geração de ruídos e vibrações: Mesmo como o fim das atividades da mina Rio Pio deverão ser gerados ruídos e vibrações, sendo estes impactos classificados como pequenos.





MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS			Natureza dos Impactos						Nível dos Impactos					Medidas Compensatórias e de Controle dos Impactos Ambientais	Necessita Monitoramento Específico	Eficácia projetada suficiente para cumprir legislação					
Mina RIO PIO			Solo	Água	Air	Fauna	Flora	Recursos Naturais	Econômica	Social	Permanência	Probabilidade	Prevenção				Atenuação	Reversibilidade	Contingência	Pontuação Total	Classificação
Fase de Realização	Aspecto	Impactos principais																Formas de controle			
Durante a Implantação do Empreendimento	Consumo de Matérias Primas para as obras	Geração de recursos (comércio de MT) Redução dos Recursos Naturais																14	Para atingir os ganhos as comunidades do entorno buscar fornecedores de matérias dentro do município de Treviso	Não	Sim
	Consumo de Combustíveis para as	Geração de recursos (distribuidor de óleo d) Redução dos Recursos Naturais																13	Para atingir os ganhos as comunidades do entorno buscar fornecedores de combustíveis dentro do município de Treviso	Não	Sim
	Geração de empregos e serviços	Geração de oportunidades a empresas Geração de empregos para comunidade																14	Buscar formas de potencializar a economia local visando a manutenção destas oportunidades diretas e indiretas	Não	Sim
	Exposição de solos e taludes	Assoreamento dos recursos hídricos Erosão dos solos Poluição das Águas Superficiais Poluição do Ar																-11	Mater durante as obras, barreiras de sítagem, cumprimento das normas e projetos com o uso de materiais de qualidade	Sim	Sim
Durante a Implantação do Empreendimento	Ateração na topografia local	Risco de acidentes Aflutamento da fauna Alteração do paisagem Aflutamento da fauna																-10	Monitoramento e recuperação posterior ao uso da área com revegetação	PGA - Biot	Sim
	Geração de efluentes dos processos iniciais	Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																-13	Controlado pela captação destes efluentes e tratamento na ETE emitindo os mesmos nos limites legais	PGA - Rec híd	Sim
	Geração de efluentes orgânicos (Refeitório e banheiros)	Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																-11	Controlado pela captação destes efluentes e tratamento sistema fossa septic/ Filtro anaeróbio/ Sumidouro.	PGA - Rec híd	Sim
	Geração de impostos para o poder público e estrutura para a comun.	Melhoria da qualid de vida colab/ comu Aumento das receitas governamentais Melhoria da infraestrutura local																15	Buscar formas de potencializar a economia local visando a manutenção destes dividendos também ao poder público	Não	Sim
Durante a Implantação do Empreendimento	Circulação de máquinas e equipamentos	Poluição do Ar Risco de acidentes Transformos no transit Aflutamento da fauna Perturbação do sossego alheio																-10	Usar métodos contidos nas normativas específicas (Monitoramento dos veiculos e inspeções em dia)	PGA - Ar	Sim
	Aberturas dos poços e plano	Supressão de vegetação Assoreamento dos recursos hídricos Erosão dos solos Poluição das Águas Superficiais Poluição do Ar																-9	Solicitar licenciamento específico (FATMA) e respeitar as condicionantes	PGA - Flora	Sim
		Poluição das Águas Subterâneas Risco de Subsídencias Riscos de rachaduras nas edificações Perturbação do sossego alheio																-10	Mater durante as obras, barreiras de sítagem, cumprimento das normas e projetos com o uso de materiais de qualidade	PGA - Rec híd	Sim
		Risco de acidentes Poluição do Ar																-9	Mater durante as obras, barreiras de sítagem, cumprimento das normas e projetos com o uso de materiais de qualidade	PGA - Ar	Sim
Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																	-13	Usar métodos contidos nas normativas específicas	PGA - Rec híd	Sim	
Durante a Implantação do Empreendimento	Geração de resíduos não recicláveis	Risco de rachaduras nas edificações Perturbação do sossego alheio Risco de acidentes Poluição do Ar																-10	Usar métodos contidos nas normativas específicas	PGA - Edificações	Sim
	Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																	-12	Respeitar os horarios estipulados e monitorar os resultados obtidos	PGA - Ruidos e Vib	Sim
	Atração de valores Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																-9	Usar métodos contidos nas normativas específicas, com treinamento das equipes e EPs	PCMSQ/PPRA	Sim	
	Geração de resíduos recicláveis	Poluição do Ar Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																-8	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Resíduos	Sim
Durante a Implantação do Empreendimento	Geração de resíduos de solos e estêreis	Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																-10	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Resíduos	Sim
	Geração de resíduos perigosos (Latas de óleos, estopas sujas)	Atração de valores Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																-9	Controlado pela separação e revenda dos mesmos com repasse dos valores para a CIPA	PGA - Resíduos	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Geração de renda para a CIPA Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																-9	Controlado pela separação e revenda dos mesmos com repasse dos valores para a CIPA	PGA - Resíduos	Sim
	Geração de Ruidos e	Geração de renda para a empresa Poluição das Águas Superficiais Poluição das Águas Subterâneas Poluição dos Solos																-10	Melhoria das estrô, nas locais e dos colaboradores	Não	Sim



MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS			Natureza dos Impactos										Nível dos Impactos					Medidas Compensatórias e de Controle dos Impactos Ambientais	Necessita Monitoramento Específico	Eficiência projetada suficiente para cumprir a legislação			
Mina RIO PIO			Sub	Água	Ar	Fauna	Flores	Recursos Naturais	Economia	Social	Potencial	Probabilidade	Frequência	Abrangência	Reversibilidade	Contingência	Pontuação Total Classificação						
Fase de Realização	Aspecto	Impactos principais	Formas de controle															Necessita Monitoramento Específico	Eficiência projetada suficiente para cumprir a legislação				
DURANTE A OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO (Extração)	Consumo de Matérias Primas Op/ Manut	Geracao de recursos (comercio de MT)											3	2	4	2	3	14	Para otimizar os ganhos as comunidades do entorno buscar fornecedores de materiais dentro do municipio de Treviso	Não	Sim		
		Redução dos Recursos Naturais											-1	1	1	2	2	2	-8	Implementação das equipes de melhorias visando economias e possibilidades de otimização	Não	Sim	
	Geracao de impostos para o poder público e estrutura para a comun	Melhoria da qualid de vida colab/ comu												2	3	4	3	4	16	Buscar formas de potencializar a economia local visando a manutenção destes dividendos	Não	Sim	
		Aumento das receitas governamentais												2	2	4	3	4	15	Buscar formas de potencializar a economia local visando a manutenção destes dividendos	Não	Sim	
	Geracao de efluentes da mina e do patio	Melhoria da infraestrutura local												2	1	3	3	3	12	Interagir com a comunidade local buscando as melhores formas de atuação do empreendimento	Não	Sim	
		Poluição das Águas Superficiais												-1	3	3	4	4	5	-19	Controlado pela captação destes efluentes e tratamento na ETDAM emitindo os mesmos nos limites legais	PGA - Rec hidr	Sim
		Poluição das Águas Subterrâneas												-1	3	3	4	4	-18	Controlado pela captação destes efluentes e tratamento na ETDAM emitindo os mesmos nos limites legais	PGA - Rec hidr	Sim	
	Geracao de efluentes organicos (Refeitório e banheiros)	Poluição dos Solos												-1	3	3	4	3	-17	Controlado pela captação destes efluentes e tratamento na ETDAM emitindo os mesmos nos limites legais	PGA - Solos	Sim	
		Poluição das Águas Superficiais												-1	2	2	3	3	3	-13	Controlado pela captação destes efluentes e tratamento sistema fossa septica/ Filtro anaeróbio/ Sumidouro.	PGA - Rec hidr	Sim
		Poluição das Águas Subterrâneas												-1	2	2	3	3	-13	Controlado pela captação destes efluentes e tratamento sistema fossa septica/ Filtro anaeróbio/ Sumidouro.	PGA - Rec hidr	Sim	
	Geracao de royalties aos serviços	Poluição dos Solos												-1	2	2	2	2	-10	Controlado pela captação destes efluentes e tratamento sistema fossa septica/ Filtro anaeróbio/ Sumidouro.	PGA - Rec hidr	Sim	
		Geracao de recursos aos superficiários												2	2	4	2	2	12	Buscar formas de potencializar a economia local visando a manutenção de dividendos	Não	Sim	
	Geracao de empregos e serviços	Geracao de oportunidades a empresas												1	2	4	2	3	13	Buscar formas de potencializar a economia local visando a manutenção de dividendos	Não	Sim	
		Geracao de empregos para comunidade												1	3	3	4	3	16	Buscar formas de potencializar a economia local visando a manutenção destes empregos diretos e indiretos	Não	Sim	
	Obras, atividades e constante circulação de máquinas e equipamentos	Poluição do Ar												-1	2	4	2	2	-12	Usar metodos contidos nas normativas especificas	PGA - Ar	Sim	
		Risco de acidentes												-1	1	4	4	4	-14	Usar metodos contidos nas normativas especificas, com treinamento das equipes, além de sinalização nas vias/ acessos	PCMSQ/ PPRA	Sim	
		Transformos no transito												-1	1	4	2	2	-10	Usar metodos contidos nas normativas especificas, trein, sinalização de obras e de emergencias	PCMSQ/ PPRA	Sim	
		Afugentamento da fauna												-1	2	1	4	1	2	-10	Monitoramento e recuperacao posterior ao uso da area com revegetacao	PGA - Biot	Sim
		Perturbacao do sossego alheio												-1	2	2	4	2	2	-12	Respeitar os horarios estipulados e monitorar os resultados obtidos	PGA - Ruidos e Vib	Sim
	Aberturas de galerias em subsolo (Mina)	Poluição do Ar												-1	1	2	2	1	-7	Usar metodos contidos nas normativas especificas e controlar as saidas de ventilação e os equipamentos utilizados	PGA - Ar	Sim	
Poluição das Águas Subterrâneas													-1	2	3	4	4	-17	Usar metodos contidos nas normativas especificas, manter barreiras de contenção e paredes de concreto de contencao e mon	PGA - Rec hidr	Sim		
Poluição das Águas Superficiais													-1	2	3	4	4	-17	Usar metodos contidos nas normativas especificas, manter barreiras de contenção e paredes de concreto de contencao e mon	PGA - Rec hidr	Sim		
Risco de Subsídencias													-1	2	1	3	4	5	-15	Usar metodos contidos nas normativas especificas, com treinamento das equipes, contato o comunidade e montaramento	PGA - Ruidos e Vib	Sim	
Riscos de rachaduras nas edificações													-1	2	1	3	4	4	-14	Usar metodos contidos nas normativas especificas, com treinamento das equipes, contato o comunidade e montaramento	PGA - Ruidos e Vib	Sim	
Retirada de drenagens da mina (Drenagens de subsolo)	Concepções de diferentes aquíferos												-1	2	1	3	4	5	-15	Usar os metodos pre-estabelecidos considerando o uso de resinas expansivas e de monitoramento anterior, durante e posterior	PGA - Rec hidr	Sim	
	Rebaixamento do lençol freático												-1	2	2	4	4	5	-17	Usar os metodos pre-estabelecidos considerando o uso de resinas expansivas e de monitoramento anterior, durante e posterior	PGA - Rec hidr	Sim	
	Risco de acidentes												-1	1	1	3	3	4	-12	Usar metodos contidos nas normativas especificas, com treinamento das equipes e EPIs	PCMSQ/ PPRA	Sim	
	Rebaixamento do lençol freático												-1	2	2	4	4	5	-17	Usar os metodos pre-estabelecidos considerando o uso de resinas expansivas e de monitoramento anterior, durante e posterior	PGA - Rec hidr	Sim	
	Poluição das Águas Subterrâneas												-1	2	3	4	4	-17	Usar metodos contidos nas normativas especificas, manter barreiras de contenção e paredes de concreto de contencao e mon	PGA - Rec hidr	Sim		
Geracao de residuos não recicláveis	Poluição das Águas Superficiais												-1	1	1	2	2	2	-8	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Residuos	Sim	
	Poluição das Águas Subterrâneas												-1	1	1	2	3	3	-9	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Residuos	Sim	
	Poluição dos Solos												-1	1	1	2	3	3	-10	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Residuos	Sim	
	Atração de vetores												-1	1	1	2	1	3	-8	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Residuos	Sim	
Geracao de residuos recicláveis	Poluição das Águas Superficiais												-1	1	1	2	2	2	-8	Controlado pela separação e revenda dos mesmos com repasse dos valores para a CIPA	PGA - Residuos	Sim	
	Poluição das Águas Subterrâneas												-1	1	1	2	2	2	-8	Controlado pela separação e revenda dos mesmos com repasse dos valores para a CIPA	PGA - Residuos	Sim	
	Poluição dos Solos												-1	1	1	2	2	2	-8	Controlado pela separação e revenda dos mesmos com repasse dos valores para a CIPA	PGA - Residuos	Sim	
Geracao de renda para a CIPA	Poluição das Águas Superficiais												3	2	4	2	2	13	Melhora das estruturas locais e dos colaboradores	PGA - Residuos	Sim		
	Poluição das Águas Subterrâneas												-1	2	1	2	3	3	-11	Controlado pela separação, controle e disposição sob controle de empresas terceirizados	PGA - Residuos	Sim	
	Poluição dos Solos												-1	2	1	2	3	3	-11	Controlado pela separação, controle e disposição sob controle de empresas terceirizados	PGA - Residuos	Sim	
Consumo de Energia Elétrica	Poluição dos Solos												-1	2	2	3	2	-11	Controlado pela separação, controle e disposição sob controle de empresas terceirizados	PGA - Residuos	Sim		
	Geracao de valores a concessionária												1	3	2	4	2	2	13	Buscar potencializar o uso de acordo com horarios especificos	Não	Sim	
Geracao de Ruídos e vibrações	Redução dos Recursos Naturais												-1	1	1	4	2	1	-9	Equipes de melhoria buscando economias e possibilidades de otimização	Não	Sim	
	Perturbacao do sossego alheio												-1	2	4	2	2	-12	Respeitar os horarios estipulados e as normas vigentes	PGA - Ruidos e Vib	Sim		
	Riscos de rachaduras nas edificações												-1	1	1	3	3	4	-12	Usar metodos contidos nas normativas especificas, com treinamento das equipes	PGA - Ruidos e Vib	Sim	



MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS			Natureza dos Impactos							Nível dos Impactos					Medidas Compensatórias e de Controle dos Impactos Ambientais	Necessita Monitoramento Específico	Eficiência projetada suficiente para cumprir a legislação				
Mina RIO PIO			Solo	Água	Ar	Fauna	Flora	Recursos Naturais	Economia	Social	Potencial	Probabilidade	Frequência	Abrangência				Reversibilidade	Consciência	Portuação Total	Classificação
Fase de Realização	Aspecto	Impactos principais																	Formas de controle		
APÓS A OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO (Pós uso)	Recuperação da parcela a revegetação	Atração da fauna										2	2	4	3	3	14	Monitorar a recuperação da parcela para comprovar a eficiência dos processos	PGA - Fauna	Sim	
		Diminuição da poluição visual										2	2	4	3	3	14	Buscar o equilíbrio entre a necessidade do uso futuro da área e acesso da comunidade	Não	Sim	
		Diminuição dos empregos e impostos	Diminuição da qualidade da pop local									-1	3	2	4	2	3	-14	Fomentar durante a operação a criação de novas oportunidades para a comunidade local (Ex implantar área industrial no local)	Não	Sim
		Cessão dos royalties	Diminuição dos repasses de impostos									-1	2	2	4	2	3	-13	Fomentar durante a operação a criação de novas oportunidades para a comunidade local	Não	Sim
			Diminuição da renda da pop local									-1	2	2	4	2	2	-12	Fomentar durante a operação a criação de novas oportunidades para a comunidade local	Não	Sim
		Geração de resíduos não recicláveis	Polluição das Águas Superficiais									-1	1	1	2	2	3	-9	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Resíduos	Sim
			Polluição das Águas Subterrâneas									-1	1	1	2	3	3	-10	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Resíduos	Sim
			Polluição dos Solos									-1	1	1	2	3	3	-10	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Resíduos	Sim
			Atração de vetores									-1	1	1	3	2	3	-10	Controlado pelo encaminhamento a rede pública de coleta e envio a aterros licenciados	PGA - Resíduos	Sim
		Geração de resíduos recicláveis	Polluição das Águas Superficiais									-1	1	1	2	2	3	-9	Controlado pela separação e revenda/ repasse dos mesmos	PGA - Resíduos	Sim
			Polluição das Águas Subterrâneas									-1	1	1	2	2	3	-9	Controlado pela separação e revenda/ repasse dos mesmos	PGA - Resíduos	Sim
			Polluição dos Solos									-1	1	1	2	2	3	-9	Controlado pela separação e revenda/ repasse dos mesmos	PGA - Resíduos	Sim
		Geração de efluentes da mina e do patio	Polluição das Águas Superficiais									-1	2	2	2	3	4	-13	Controlado pela completa captação destes efluentes e tratamento na ETE emitindo os mesmos nos limites legais	PGA - Rec hídric	Sim
			Polluição das Águas Subterrâneas									-1	2	2	2	3	4	-13	Controlado pela completa captação destes efluentes e tratamento na ETDAM emitindo os mesmos nos limites legais	PGA - Rec hídric	Sim
			Polluição dos Solos									-1	2	2	2	2	4	-12	Controlado pela completa captação destes efluentes e tratamento na ETDAM emitindo os mesmos nos limites legais	PGA - Rec hídric	Sim
		Geração de resíduos perigosos (Latas e óleos, estopas sujas)	Polluição das Águas Superficiais									-1	2	2	2	3	3	-12	Controlado pela separação, controle e disposição sob controle de empresas terceirizadas	PGA - Resíduos	Sim
			Polluição das Águas Subterrâneas									-1	2	2	2	3	3	-12	Controlado pela separação, controle e disposição sob controle de empresas terceirizadas	PGA - Resíduos	Sim
			Polluição dos Solos									-1	2	2	2	3	3	-12	Controlado pela separação, controle e disposição sob controle de empresas terceirizadas licenciadas	PGA - Resíduos	Sim
		Consumo de Energia Elétrica	Geração de valores a concessionária									2	2	4	2	2	2	12	Buscar otimizar o uso consciente	Não	Sim
			Redução dos Recursos Naturais									-1	1	1	4	2	1	-9	Equipes de melhoria buscando economias e possibilidades de otimização	Não	Sim
	Recuperação dos níveis potenciométricos dos aquíferos	Polluição das Águas Superficiais									-1	1	2	3	3	4	-13	Comprovado pelo monit. da eficiência do controle destes. Se necessário realizar a captação e o tratamento destes efluentes	PGA - Rec hídric	Sim	
		Polluição das Águas Subterrâneas									-1	2	2	3	3	4	-14	Comprovado pelo monit. da eficiência do controle destes. Se necessário realizar a captação e o tratamento destes efluentes	PGA - Rec hídric	Sim	
		Polluição dos Solos									-1	1	2	3	3	4	-13	Controlado pela completa captação destes efluentes e tratamento na ETDAM emitindo os mesmos nos limites legais	PGA - Solos	Sim	
	Subsídências na superfície	Risco de erosão e subsidência									-1	1	1	3	4	5	-14	Usar métodos contidos nas normativas específicas, com treinamento das equipes, contato c comunidade e monitoramento	PGA - Ruídos e Vib	Sim	
		Mão de entradas de águas sup em subsup									-1	2	2	3	4	3	-14	Quando necessário realizar ações de fechamento e controle de acessos e erosões (Bocas de mina, ventilações, furos de sonda)	PGA - Rec hídric	Sim	
		Riscos de acidentes com pessoas/ animais									-1	2	1	3	4	5	-15	Conforme controle anterior somando-se a implantação de placas de educação e segurança e também pelo controle de acessos	PCMSO/ PPRR	Sim	
		Riscos de rachaduras nas edificações									-1	1	1	3	3	4	-12	Usar métodos das normativas específicas, com treinamento das equipes, contato e treinamento c comunidade, placas e monit	PGA - Ruídos e Vib	Sim	
	Conexões entre diferentes aquíferos	Polluição das Águas Superficiais									-1	1	2	3	4	4	-14	Realizar o fechamento integral dos acessos (Bocas de mina, ventilações, furos de sonda) com a impermeabilização integral	PGA - Rec hídric	Sim	
		Polluição das Águas Subterrâneas									-1	2	3	3	4	5	-17	Realizar o fechamento integral dos acessos (Bc. d mina, vent., sondagens) com a impermeabilização inteqral, barreiras e paredes	PGA - Rec hídric	Sim	

EIA Mina Rio Pio - Escala de Significância da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais																																						
Impactos Positivos										Impactos Negativos																												
Critico	Alto	Médio	Baixo	Insignificante	Insignificante	Baixo	Médio	Alto	Critico	Insignificante	Baixo	Médio	Alto	Critico	Insignificante	Baixo	Médio	Alto	Critico																			
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19



7. MEDIDAS MITIGATORIAS, COMPENSATÓRIAS E DE CONTROLE

A partir da definição dos aspectos e respectivos impactos ambientais bem como as significâncias específicas determina-se as formas de controlar os impactos ambientais atrelados ao empreendimento e no caso de impossibilidade desta minimização buscar alternativas para que se possa compensá-los e/ ou controlá-los.

Para facilitar esta compreensão a seguir são descritas as principais atividades a serem realizadas com este intuito. Estas estão descritas na mesma sequência da descrição dos aspectos e impactos para facilitar o entendimento como segue.

7.1. MEDIDAS DE CONTROLE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DURANTE AS OBRAS DE IMPLANTAÇÃO E ABERTURA DA MINA

Aumento no consumo de serviços, combustíveis, equipamentos e materiais: Considerando as possibilidades e necessidades em geral do consumo de combustíveis, serviços e materiais, é importante que se busque sempre realizar estas compras e contratações junto à comunidade local para aperfeiçoar os ganhos desta e compensar pela abertura da mina.

Além disto, é importante buscar promover treinamentos envolvendo os colaboradores e se possível a comunidade de entorno visando aperfeiçoar as possibilidades de ganhos econômicos para a comunidade de entorno no antes, durante e pós uso da Mina Rio Pio.

Exposição de solos e taludes: Para minimizar a área de exposição o pátio será reduzido a aproximadamente 1 ha onde apenas permanecerá descoberto os acesso e pátio de transbordo de ROM sendo que o restante deverá ser logo recoberto, seja com as estruturas seja com a revegetação de canteiros. Além disto, no programa de monitoramento das águas superficiais deverão ser monitorados parâmetros relacionados (Sólidos suspensos, sulfatos) para garantir o controle e cumprimento da legislação.

Alteração da topografia local: Para minimizar as possibilidades de ocorrência deste impacto, assim como no aspecto anterior, buscar minimizar as áreas a serem utilizadas e quando necessário minimizar as ações de correção topográfica e na alteração das áreas de APP. Para os casos em que não for possível esta minimização priorizar o seu restabelecimento na recuperação pós uso.

Geração de efluentes pelos processos iniciais: Para garantir o controle destes efluentes, deveser priorizada construção da Estação de Tratamento de Efluentes. O programa de monitoramento também deverá englobar parâmetros para verificar a eficiência destes controles.

Geração de efluentes orgânicos dos banheiros e refeitório: Controlam-se estes efluentes a partir da construção de fossas, de filtros e de sumidouros. Também, foca-se em treinar os colaboradores a utilizarem a estrutura da empresa e banheiros disponibilizados em superfície e subsolo.

Circulação de máquinas e equipamentos: Garantir que os motoristas e operadores de equipamentos que circulem fora dos pátios do empreendimento possuam Curso de Direção com Cargas Perigosas e intensificar o treinamento profissionais Para evitar transtornos externos às normas de trânsito devem ser



atendidas. Todos os equipamentos e veículos envolvidos nos processos do empreendimento deverão ser monitorados por meio de análises pela escala Hingelmam e vistorias.

Aberturas do plano inclinado e poços de ventilação: Visando controlar os impactos atrelados buscar minimizar a exposição de áreas para o uso e aplicar alguns controles posteriormente a esta minimização.

No que tange aos contatos entre diferentes aquíferos, quando necessário buscar a impermeabilização destes acessos e contatos e no caso de necessidade verificar possíveis concretagens e estabelecimento de barreiras. Estas ações também devem ter como foco a minimização da geração de drenagens ácidas de mina e também para evitar acidentes com animais e/ ou transeuntes, mantendo cercas e placas por todo o entorno das áreas relacionadas.

Geração de resíduos não recicláveis: Realizar treinamentos com os colaboradores envolvidos de forma a minimizar a geração destes resíduos diretamente na fonte e também a forma de geri-lo (quais lixeiras utilizar, onde encaminhar...).

Geração de resíduos recicláveis: Realizar periodicamente treinamentos com os colaboradores envolvidos de forma a minimizar a geração e também a forma de gestão destes resíduos internamente (quais lixeiras utilizar, onde encaminhar...).

Geração de resíduos perigosos: Realizar periodicamente treinamentos com os colaboradores envolvidos de forma a minimizar a geração e também a forma de gestão destes resíduos internamente (quais lixeiras utilizar, onde encaminhar...).

Fomentar o uso de toalhas industriais e também disponibilizar estruturas para trabalho com óleos e graxas (mesas de limpeza, bancadas) e estrutura de coleta e tratamento das possíveis drenagens contando com separador de água e óleo para todos os possíveis efluentes.

Para a central de resíduos, essencialmente a dos resíduos perigosos, disponibilizar controle de drenagens e tratamento físico destas com separador de água e óleo.

Geração de resíduos de solos e estéreis: Reaproveitar estes materiais nas obras de recuperação ambiental da área do rio Pio.

Consumo de energia: Conscientizar os profissionais envolvidos para que busquem minimizar o desperdício de energia.

Geração de ruídos e vibrações: Preferencialmente trabalhar em períodos diurnos e respeitar as limitações de carga para explosões.

7.2. MEDIDAS A SEREM APLICADAS DURANTE A OPERAÇÃO DA MINA PARA MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Geração de efluentes e drenagens de mina e do pátio: Para controlar estas emissões, os efluentes deverão ser drenadas para uma ETE onde terão o seu pH corrigido e posteriormente circularão por uma série de bacias de decantação para poderem atingirem os padrões legais e poderem ser lançadas no recurso hídrico mais próximo (Rio Pio/ Mãe Luzia).

Para evitar possíveis vazamentos em períodos de maior pluviosidade, a ETE deverá estar disposta de maneira a garantir que possíveis excessos nas



bacias de decantação sejam drenados diretamente ao subsolo minimizando as possibilidades de serem extrapolados para o meio externo sem o devido tratamento. Outro importante controle a ser considerado para a garantia da eficiência da minimização deste aspecto e respectivos impactos ambientais envolve o monitoramento periódico da eficiência da ETE e garantia de cumprimento aos limites legais, bem como dos recursos hídricos do entorno. Estas amostragens deverão respeitar o estabelecido nos programas ambientais em anexo.

Geração de efluentes orgânicos dos banheiros e refeitório: Para minimizar a possibilidade de ocorrência destes impactos os efluentes de superfície relacionados deverão passar por sistema fossa séptica/ Filtro anaeróbio/ sumidouro onde também deverá ser monitorados e eficiência deste tratamento. Para a possibilidade de efluentes de cozinha devesse também ser disposto sistema de separação de gorduras.

Constante circulação de caminhões e carretas, máquinas e equipamentos: Garantir que todos os motoristas e operadores de equipamentos que circulem fora dos pátios do empreendimento possuam Curso de Direção com Cargas Perigosas e que se busque intensificar o treinamento e revisão destes profissionais visando minimizar estes possíveis problemas.

O transporte deverá respeitar as normas de trânsito, inclusive as relacionadas aos limites de carga a serem transportados por cada equipamento.

Todos os equipamentos e veículos envolvidos nos processos do empreendimento deverão ser monitorados conforme o programa de monitoramento em específico, envolvendo análises pela escala ringelmann e visórias.

Abertura das galerias em subsolo:

Para minimizar as possibilidades de futuramente ocasionar caminhos facilitados para as águas (subterrâneas e superficiais), manter para pontos mais críticos barreiras naturais (camadas maiores de contenção de entorno) e também estudar a construção, durante e posteriormente ao esgotamento/ abandono de cada parcela explorada, de barreiras de concreto e/ou alvenaria

No que tange ao possível rebaixamento do lençol freático, manter o constante monitoramento (Diário/ semanal e quinzenal conforme distância da frente de lavra) das áreas em exploração e entorno. Assim deverão ser constantemente monitorados os níveis piezométricos na área e no entorno, conforme Programa de Gestão Ambiental – Recursos Hídricos que segue em anexo.

Para evitar acidentes com animais e/ ou transeuntes manter cercas e placas por todo o entorno das áreas relacionadas bem como o constante monitoramento.

Para controlar o risco de possíveis subsidências os padrões para cálculo de integridade de pilares foram utilizados para garantir fatores de segurança de acordo com as profundidades e espessuras de camada de forma que nos pontos mais críticos chegou-se a utilizar fator de segurança acima de 90 % (1,94) e nos pontos com menores riscos o limite de segurança em nenhum dos casos foi inferior a 1,3.

Além disto, periodicamente os pilares serão analisados para verificar a resistência real para o local sendo estes testes realizados a cada 500 m.



Retirada de drenagens da mina (drenagens de subsolo): Para controle deste aspecto e impactos ambientais relacionados devem se garantir que todas as águas que sobram em subsolo deverão ser tratadas na ETE, onde terão o seu pH corrigido e posteriormente circularão por uma série de bacias de decantação para poderem atingir os padrões legais e estarem passíveis de lançamento no recurso hídrico mais próximo (Rio Pio/ Mãe Luzia).

Também é importante a manutenção do monitoramento periódico da eficiência da ETE e garantia de cumprimento aos limites legais, bem como dos recursos hídricos do entorno. Estas amostragens deverão respeitar o estabelecido nos programas ambientais em anexo.

Geração de resíduos não recicláveis: Realizar treinamentos com os colaboradores envolvidos de forma a minimizar a geração destes resíduos diretamente na fonte, e também promover o aperfeiçoamento do método de gestão (quais lixeiras utilizar, onde encaminhar...).

Manter operante uma estrutura para gestão dos resíduos, envolvendo lixeiras, caçambas específicas para cada tipo de resíduos e espaço para acúmulo para posterior envio as redes externas de coleta.

Geração de resíduos recicláveis: Realizar treinamentos com os colaboradores envolvidos de forma a minimizar a geração destes resíduos diretamente na fonte e também promover o aperfeiçoamento do método de gestão (quais lixeiras utilizar, onde encaminhar...)

Manter operante uma estrutura para gestão dos resíduos, envolvendo lixeiras, caçambas específicas para cada tipo de resíduos e espaço de acúmulo para posterior envio as redes externas de coleta e/ou a centros de reciclagem.

Geração de resíduos perigosos: Realizar treinamentos com os colaboradores envolvidos de forma a minimizar a geração destes resíduos diretamente na fonte e também promover o aperfeiçoamento dos métodos de gestão (quais lixeiras utilizar, onde encaminhar...).

Manter operante uma estrutura para gestão dos resíduos, envolvendo lixeiras, caçambas específicas para cada tipo de resíduos e espaço adequado de acúmulo e para o envio as redes externas de coleta e/ou a centros de reaproveitamento de materiais.

Consumo de energia: Mesmo tendo uma maior significância o impacto positivo para a concessionária de distribuição de energia buscar conscientizar os profissionais envolvidos para que busquem minimizar o desperdício de energia.

Geração de ruídos e vibrações: Para controlar os ruídos e vibrações provenientes das obras do empreendimento buscar-se-á trabalhar em superfície nos períodos diurnos e respeitar as limitações de carga para as detonações e o transporte.

7.3. MEDIDAS A SEREM APLICADAS PARA CONTROLE DOS IMPACTOS APÓS A OPERAÇÃO DA MINA

Recuperação de parte da parcela com revegetação: Considerando o uso futuro, repassado pelo empreendedor para a referida área envolve a possível criação de um distrito industrial no local concomitante e/ ou posterior a finalização das atividades locais, parte de onde será instalado o pátio de superfície envolvendo essencialmente a área do plano inclinado e entorno, deverá ser



recuperado considerando a preservação futura desta parcela. Nestes locais deverão ser realizadas ações de extração de materiais carbono-piritosos e posterior recobertura da área com material argiloso e orgânico possibilitando a revegetação, ato que deverá, entre outros benefícios, facilitar o retorno da fauna ao local.

Diminuição dos empregos e renda das comunidades de entorno/ Cessão dos royalties: Conforme mencionado, um dos possíveis usos futuros para o pátio de superfície é a criação de um distrito industrial. Esta estratégia visa substituir os empregos perdidos pelo fechamento da mina pelos que serão criados pelo estabelecimento das indústrias. Além disto, outra ação importante é o desenvolvimento e execução de treinamentos para os colaboradores, visando compartilhar informações a respeito da vida útil da mina. Esse mecanismo pode ajudar os trabalhadores no planejamento financeiro antes de perder ou mudar de emprego.

Geração de resíduos não recicláveis/ Geração de resíduos recicláveis/ Geração de resíduos perigosos: Para minimizar os impactos atrelados manter operante também durante a recuperação da área, uma estrutura para gestão de todos os resíduos envolvendo lixeiras e caçambas específicas para cada tipo de resíduos e espaço para acúmulo antes de seguir para as redes externas de coleta e encaminhamento/ disposição destes resíduos.

Geração de efluentes e drenagens de mina e do pátio: Mesmo com o término das atividades de extração do carvão, ainda poderão ser geradas drenagens ácidas de mina. Caso as emissões de poluentes nas águas continuem, a ETE deverá se manter em operação pelo período que se mostrar necessário, de forma a garantir o cumprimento das exigências legais. Além disto, o monitoramento ambiental deverá ser mantido por pelo menos 5 anos após o fim dos trabalhos de extração de carvão. Estas amostragens deverão respeitar o estabelecido nos programas ambientais em anexo.

Consumo de energia: A carga consumida diminuirá consideravelmente após a mina exaurir, porém ainda restará o consumo de energia relacionado principalmente com os equipamentos e atividades da recuperação ambiental.

Recuperação dos níveis piezométricos em subsolo: Considerando que com o término das atividades locais os níveis piezométricos deverão se estabilizar, e esse momento é ideal para proceder a uma avaliação da eficiência do fechamento da mina, no que concerne às alterações das características físico-químicas das águas. Nesse aspecto o monitoramento ambiental é uma ferramenta fundamental para dirimir dúvidas em possíveis eventos degradantes não planejados, nestas condições deve-se garantir formas de compensá-los ou remedia-los.

Subsídências na superfície: Para diminuir a possibilidade de ocorrências de subsidências em superfície, em especial nos lugares de baixa cobertura, devem-se respeitar os padrões estabelecidos pelo PTM – Mina Rio Pio e pelo monitoramento específico durante e posterior ao término das atividades, focando-se em garantir a segurança do maciço rochoso superior da mina. Em casos de ocorrência de subsidência, devem-se buscar compensá-los ou remediá-los ou em último caso, verificar meios de indenizá-los.

Conexões entre os diferentes aquíferos: Para minimizar as possibilidades de conexões entre o aquífero livre e o subterrâneo buscar



implantar barreiras naturais (camadas maiores de contenção de entorno) ou se necessário de concreto durante a fase de operação da mina. Também, deverão ser monitorados os possíveis caminhos de ligação entre os diferentes aquíferos envolvidos por meio do Programa de Gestão Ambiental.



MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS			Natureza dos impactos							Nível dos impactos								
Mina RIO PIO			Solo	Água	Ar	Fauna	Flora	Recursos Naturais	Econômica	Social	Potencial	Probabilidade	Frequência	Abrangência	Reversibilidade	Consequência	Pontuação Total Classificação	
Fase de Realização	Aspecto	Impactos principais																
DURANTE A IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	Consumo de Matérias Primas para as obras	Geração de recursos (comércio de MT)									1	2	2	4	3	3	14	
		Redução dos Recursos Naturais									-1	1	2	1	3	1	-8	
	Consumo de Combustíveis para as	Geração de recursos (distribuidor de óleo d)									1	2	2	4	3	2	13	
		Redução dos Recursos Naturais									-1	1	2	1	3	1	-8	
	Geração de empregos e serviços	Geração de oportunidades a empresas									1	2	2	4	3	2	13	
		Geração de empregos para comunidade									1	2	2	4	3	3	14	
	Exposição de solos e taludes	Assoreamento dos recursos hídricos										-1	1	1	3	1	2	-8
		Erosão dos solos										-1	2	1	3	2	2	-10
		Poluição das Águas Superficiais										-1	1	2	2	2	2	-9
		Poluição do Ar										-1	1	1	1	2	1	-6
		Risco de acidentes										-1	1	1	1	3	4	-10
	Alteração na topografia local	Afugentamento da fauna										-1	1	2	3	1	2	-9
		Alteração da paisagem										-1	2	2	2	2	1	-9
	Geração de efluentes dos processos iniciais	Afugentamento da fauna										-1	1	1	2	1	2	-7
		Poluição das Águas Superficiais										-1	2	1	3	2	2	-10
	Geração de efluentes orgânicos (Refeitório e banheiros)	Poluição das Águas Subterrâneas										-1	2	1	3	2	3	-11
		Poluição dos Solos										-1	2	1	2	2	2	-9
		Poluição das Águas Superficiais										-1	2	1	2	2	2	-9
	Geração de impostos para o poder público e estrutura para a comun.	Poluição das Águas Subterrâneas										-1	2	1	2	2	2	-9
		Poluição dos Solos										-1	2	1	2	2	1	-8
		Melhoria da qualid de vida colabí/ comu										1	2	2	4	3	4	15
	Circulação de máquinas e equipamentos	Aumento das receitas governamentais										1	2	2	4	3	4	15
		Melhoria da infraestrutura local										1	2	1	3	3	3	12
		Poluição do Ar										-1	1	2	2	2	2	-9
		Risco de acidentes										-1	1	1	2	3	2	-9
		Transformos no transit										-1	1	1	3	2	2	-9
	Aberturas dos poços e plano	Afugentamento da fauna										-1	2	1	3	1	2	-9
		Perturbação do sossego alheio										-1	2	2	3	2	2	-11
		Supressão de vegetação										-1	2	1	2	2	1	-8
		Assoreamento dos recursos hídricos										-1	1	2	3	2	2	-10
		Erosão dos solos										-1	1	1	2	2	2	-8
		Poluição das Águas Superficiais										-1	2	1	3	2	2	-10
		Poluição do Ar										-1	1	1	3	2	2	-9
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	1	2	3	3	3	-12
		Risco de Subsídencias										-1	1	1	2	2	3	-9
		Riscos de rachaduras nas edificações										-1	1	1	2	2	3	-9
	Geração de resíduos não recicláveis	Perturbação do sossego alheio										-1	2	1	4	2	2	-11
		Risco de acidentes										-1	1	1	3	2	2	-9
		Poluição do Ar										-1	1	1	2	2	1	-7
	Geração de resíduos recicláveis	Poluição das Águas Superficiais										-1	1	1	2	2	2	-8
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	1	1	2	3	2	-9
		Poluição dos Solos										-1	1	1	2	3	2	-9
	Geração de resíduos de solos e estêreis	Atração de vetores										-1	1	1	2	1	2	-7
		Poluição das Águas Superficiais										-1	1	1	2	2	2	-8
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	1	1	2	2	2	-8
	Geração de resíduos perigosos (Latas d óleos, estopas sujas)	Poluição dos Solos										-1	1	1	2	2	2	-8
		Geração de renda para a CIPA										1	2	2	2	2	2	9
		Poluição das Águas Superficiais										-1	1	1	2	2	2	-8
	Consumo de Energia Elétrica	Poluição das Águas Subterrâneas										-1	1	1	2	2	2	-8
		Poluição dos Solos										-1	1	1	2	2	2	-8
Geração de Ruídos e	Geração de valores a concessionária										1	3	3	4	2	1	13	
	Perturbação do sossego alheio										-1	2	2	3	2	1	-10	



MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS			Natureza dos impactos							Nível dos impactos									
Mina RIO PIO			Solo	Água	Ar	Fauna	Flora	Recursos Naturais	Econômica	Social	Potencial	Probabilidade	Frequência	Abrangência	Reversibilidade	Consequência	Pontuação Total Classificação		
Fase de Realização	Aspecto	Impactos principais																	
DURANTE A OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO (Extração)	Consumo de Matérias Primas Op/ Manut	Geração de recursos (comércio de MT)									1	3	2	4	2	2	13		
		Redução dos Recursos Naturais									-1	1	1	2	2	1	-7		
	Geração de impostos para o poder público e estrutura para a comun.	Melhoria da qualid de vida colab/ comu									1	2	3	4	3	4	16		
		Aumento das receitas governamentais									1	2	2	4	3	4	15		
		Melhoria da infraestrutura local									1	2	1	3	3	3	12		
	Geração de efluentes da mina e do patio	Poluição das Águas Superficiais										-1	2	2	4	4	3	-15	
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	2	2	4	4	3	-15	
		Poluição dos Solos										-1	2	2	4	3	3	-14	
	Geração de efluentes orgânicos (Refeitório e banheiros)	Poluição das Águas Superficiais										-1	2	1	3	3	2	-11	
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	2	1	3	3	2	-11	
		Poluição dos Solos										-1	2	1	2	2	2	-9	
	Geração de royalties aos	Geração de recursos aos superficiários										1	2	2	4	2	2	12	
	Geração de empregos e serviços	Geração de oportunidades a empresas										1	2	2	4	2	3	13	
		Geração de empregos para comunidade										1	3	3	4	3	3	16	
	Obras, atividades e constante circulação de maquinas e equipamentos	Poluição do Ar										-1	1	2	3	2	2	-10	
		Risco de acidentes										-1	1	1	3	4	3	-12	
		Transtornos no transito										-1	1	1	4	2	2	-10	
		Afugentamento da fauna										-1	2	1	4	1	2	-10	
		Perturbação do sossego alheio										-1	2	2	4	2	1	-11	
	Aberturas de galerias em subsolo (Mina)	Poluição do Ar										-1	1	1	2	1	1	-6	
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	1	3	3	4	4	-15	
		Poluição das Águas Superficiais										-1	1	3	4	4	3	-15	
		Risco de Subsídencias										-1	1	1	3	4	5	-14	
		Riscos de rachaduras nas edificações										-1	1	1	3	4	4	-13	
		Conceções de diferentes aquíferos											-1	1	1	3	4	5	-14
		Rebaixamento do lençol freático											-1	2	2	3	4	5	-16
	Retirada de drenagens da mina (Drenagens de subsolo)	Risco de acidentes										-1	1	1	3	3	3	-11	
		Rebaixamento do lençol freático										-1	1	2	3	4	5	-15	
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	1	3	3	4	4	-15	
	Geração de resíduos não recicláveis	Poluição das Águas Superficiais										-1	1	3	4	4	4	-16	
		Poluição do Ar										-1	1	1	2	2	1	-7	
		Poluição das Águas Superficiais										-1	1	1	2	2	2	-8	
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	1	1	2	3	2	-9	
		Poluição dos Solos										-1	1	1	2	3	2	-9	
	Geração de resíduos recicláveis	Atração de vetores										-1	1	1	2	1	2	-7	
		Poluição das Águas Superficiais										-1	1	1	1	2	2	-7	
		Poluição das Águas Subterrâneas										-1	1	1	1	2	2	-7	
	Geração de resíduos perigosos (Latas d oleos, estopas sujas)	Poluição dos Solos										-1	1	1	1	2	2	-7	
		Geração de renda para a CIPA										1	2	2	4	2	2	12	
		Poluição das Águas Superficiais										-1	2	1	2	2	2	-9	
Consumo de Energia Elétrica	Poluição das Águas Subterrâneas										-1	2	1	2	2	2	-9		
	Poluição dos Solos										-1	2	2	2	2	2	-10		
Geração de Ruídos e vibrações	Geração de valores a concessionária										1	3	2	4	2	2	13		
	Redução dos Recursos Naturais										-1	1	1	4	2	1	-9		
	Perturbação do sossego alheio										-1	2	1	4	2	2	-11		
	Riscos de rachaduras nas edificações										-1	1	1	3	2	3	-10		



MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS			Natureza dos impactos							Nível dos impactos								
Mina RIO PIO			Solo	Água	Ar	Fauna	Flora	Recursos Naturais	Econômica	Social	Potencial	Probabilidade	Frequência	Abrangência	Reversibilidade	Consequência	Pontuação Total Classificação	
Fase de Realização	Aspecto	Impactos principais																
APÓS A OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO (Pós uso)	Recuperação da parcela c revegetação	Atracao da fauna										1	2	2	4	3	3	14
		Diminuição da poluição visual										1	2	2	4	3	3	14
		Diminuição dos empregos e impostos	Diminuição da qualidade da pop local									-1	3	2	4	2	2	-13
		Cessão dos royalties	Diminuição dos repasses de impostos									-1	2	2	4	2	2	-12
			Diminuição da renda da pop local									-1	2	2	4	2	2	-12
		Geração de resíduos não recicláveis	Poluição das Águas Superficiais									-1	1	1	2	2	2	-8
			Poluição das Águas Subterrâneas									-1	1	1	2	3	2	-9
			Poluição dos Solos									-1	1	1	2	3	2	-9
			Atração de vetores									-1	1	1	3	2	2	-9
		Geração de resíduos recicláveis	Poluição das Águas Superficiais									-1	1	1	2	2	2	-8
			Poluição das Águas Subterrâneas									-1	1	1	2	2	2	-8
			Poluição dos Solos									-1	1	1	2	2	2	-8
		Geração de efluentes da mina e do patio	Poluição das Águas Superficiais									-1	1	2	2	3	3	-11
			Poluição das Águas Subterrâneas									-1	1	2	2	3	3	-11
			Poluição dos Solos									-1	1	2	2	2	3	-10
		Geração de resíduos perigosos (Latas d oleos, estopas sujas)	Poluição das Águas Superficiais									-1	1	2	2	3	2	-10
			Poluição das Águas Subterrâneas									-1	1	2	2	3	2	-10
			Poluição dos Solos									-1	1	2	2	3	2	-10
		Consumo de Energia Elétrica	Geração de valores a concessionária									1	2	2	4	2	1	11
			Redução dos Recursos Naturais									-1	1	1	4	2	1	-9
		Recuperação dos níveis potenciométricos dos aquíferos	Poluição das Águas Superficiais									-1	1	2	3	3	3	-12
			Poluição das Águas Subterrâneas									-1	2	2	3	3	3	-13
			Poluição dos Solos									-1	1	2	3	3	3	-12
		Subsídencias na superfície	Risco de erosão e subsidencia									-1	1	1	3	4	4	-13
			Meio de entradas de aguas sup em subsup									-1	2	2	3	4	2	-13
			Riscos de acidentes com pessoas/ animais									-1	2	1	3	4	3	-13
		Conexões entre diferentes aquíferos	Riscos de rachaduras nas edificações									-1	1	1	3	3	3	-11
			Poluição das Águas Superficiais									-1	1	2	3	4	3	-13
		Poluição das Águas Subterrâneas									-1	2	3	3	4	3	-15	

EIA Mina Rio Pio - Escala de Significância da Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais																																						
Impactos Positivos										Impactos Negativos																												
Crítico	Alto	Médio	Baixo	Insignificante	Insignificante	Baixo	Médio	Alto	Crítico	Insignificante	Baixo	Médio	Alto	Crítico	Insignificante	Baixo	Médio	Alto	Crítico																			
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19



8. MONITORAMENTO

O monitoramento ambiental está inserido no Sistema de Gestão Ambiental Integrada do empreendimento, e este último tem como orientação básica os processos previstos na certificação ISO 14001.

O sistema de gestão prevê a comprovação da eficiência dos processos envolvidos pela implantação do monitoramento de indicadores ambientais específicos.

O programa de monitoramento a ser instalado na área em questão possui três fases: antes, durante e após a operação do empreendimento, levando em consideração as informações essenciais do meio físico e biótico. Está planejado a realização de monitoramentos periódicos para registro de valores de referência e o acompanhamento das alterações nos referidos indicadores ambientais.

8.1. MONITORAMENTO DOS NÍVEIS FREÁTICOS, DOS CORREGOS E DAS NASCENTES

Deverá ser realizado o monitoramento da qualidade físico-química e dos níveis piezométricos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

O monitoramento devera ser iniciado, antes do começo da atividade mineira, para se conhecer previamente os valores referencia, e usá-los nas interpretações de análise do monitoramento.

Assim os níveis freáticos dos piezômetros instalados deverão ser monitorados conforme as distâncias de lavra, podendo ser executados com periodicidade diária, semanal, trimestral ou semestral durante a operação do empreendimento e após fechado o mesmo, de acordo com as distancias da lavra.

8.2. MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBSUPERFICIAIS

Com o mesmo intuito de verificação do monitoramento anterior, agora relacionados à qualidade da água subterrânea, é importante a realização do monitoramento destas visando garantir a não influencia do empreendimento sob estas. Os parâmetros que deverão ser analisados para o levantamento de dados envolvem os mesmos dos recursos hídricos superficiais acrescentando apenas o nível freático conforme segue:

- ◆ Nível freático;
- ◆ pH;
- ◆ Acidez total;
- ◆ Alumínio total;
- ◆ Condutividade;
- ◆ Ferro;
- ◆ Manganês;
- ◆ Sulfatos;



Estas coletas e análises deverão ser realizadas nos piezômetros instalados a partir de uma distância de 300m das frentes de lavra visando otimizar os custos e resultados obtidos.

8.3. MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

Assim como no caso dos níveis piezométricos as águas superficiais deverão ser monitoradas quanto às cargas carregadas envolvendo análises trimestrais e semestrais considerando os seguintes parâmetros:

- Vazão;
- pH;
- Oxigênio dissolvido;
- Acidez total;
- Alumínio total;
- Condutividade;
- DBO₅;
- Ferro total;
- Manganês total;
- Sólidos suspensos;
- Sulfatos; e
- Turbidez;

As coletas devem ser preferencialmente realizadas nos mesmos pontos pré-definidos para este Estudo Ambiental e para o estudo Hidrogeológico elaborado para o Plano Técnico de Mina em anexo. Nestes pontos devem ser quantificadas as vazões e os sedimentos. Obtidos os resultados deve se comparar os valores entre si objetivando identificar possíveis impactos, seja ele positivo ou negativo.

8.4. MONITORAMENTO DOS EFLUENTES DA ETDAM E DO SISTEMA FOSSA FILTRO SUMIDOURO

Para verificação da eficiência da Estação de Tratamento de Drenagens Ácidas - ETDAM, do sistema Fossa Filtro Sumidouro e do cumprimento ou não dos limites legais de emissão de poluentes, os efluentes devem ser monitorados antes e após a execução dos tratamentos nas redes de entorno do empreendimento.

Os parâmetros que deverão ser analisados são:

- Vazão;
- pH;
- Oxigênio dissolvido;
- Acidez total;
- Alumínio total;
- Condutividade;
- DBO₅;
- Ferro total;
- Manganês total;



- Sólidos suspensos;
- Sulfatos; e
- Turbidez;

Os resultados deverão ser compilados em relatórios periódicos disponibilizados para o órgão ambiental e para a comunidade de entorno.

8.5. MONITORAMENTO DOS GASES, RUIDOS E POEIRAS

Este controle será realizado por meio de um medidor contínuo de gases digital para quatro gases (O₂, CH₄, H₂S e CO). Além disto bienalmente a qualidade do ar no entorno do empreendimento deverá ser monitorada verificando-se os níveis de particulados e SO_x e com frequência semestral a amostragem do nível da pressão sonora.

8.6. MONITORAMENTO DAS EDIFICACOES EM SUPERFÍCIE

Os espaços urbanos e rurais, em especial as residências deverão ser monitoradas, antes, durante e posteriormente a extração do carvão, onde serão identificadas influencias e impactos que sejam atrelados, ou não a atividade carbonífera.



9. CONSIDERAÇÕES

Sabe-se que o Brasil é um país que limita o seu desenvolvimento e crescimento pela falta de infraestrutura em geral, e na área de geração de energia não é diferente. Precisam-se implantar todos os modelos de geração para buscar a diversificação da matriz energética e conseqüentemente alcançar segurança de abastecimento à atual dependência de hidrelétricas torna o Brasil vulnerável a taxas de crescimento expressivas combinadas com baixos índices de pluviosidade.

Neste sentido esse projeto se coloca como um pilar de sustentação do Complexo Termoelétrico Jorge Lacerda, o qual é um importante fornecedor de energia para os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Essa grande necessidade de geração de energia faz o presente empreendimento se mostrar com viabilidade estratégica. Também se apresenta com vantagem econômica e geográfica, uma vez que área em questão já esta inserida na região carbonífera e, portanto possui vocação natural para ser explorada e ainda, com custos de implantação relativamente baixos, considerando a existência de unidades de beneficiamento, de depósitos de rejeitos e de um canal ferroviário, todos licenciados e prontos para uso nas suas proximidades. O aproveitamento de infraestrutura existente é recomendado para a preservação do meio ambiente, em razão de inibir a destinação novas áreas para uso na atividade mineira, evitando assim o aumento de áreas degradadas.

Os impactos no meio físico devem ocorrer principalmente no meio subterrâneo, onde acontecerá o rebaixamento dos níveis água em função do bombeamento de água necessário a operação da mina.

Em superfície, espera-se o impacto ambiental limitado ao pátio de operação de aproximadamente um hectare e locais utilizados como poço de ventilação. Os locais com maior risco ambiental estão localizados em áreas com baixa cobertura que abrigam intersecções de falhas geológicas, e estão próximas a área degradada a jusante do objeto em estudo.

O presente empreendimento caracteriza-se hidrogeologicamente por ter uma estrutura que ao ser alterada, sem as devidas precauções, pode ocasionar uma conexão entre o aquífero profundo e o freático e conseqüentemente, isto pode se traduzir em surgência de drenagens ácidas de mina.

Nos locais da mina próximos às áreas que afloram a camada de carvão, principalmente na área degrada a jusante da Mina Rio Pio, deve-se avaliar a inclusão de medidas preventivas para garantir o confinamento do aquífero profundo, como o fechamento dos furos de sondagens e poços de ventilação, a construção de barreiras de concreto em locais de jusante e inclusão de sistemas hidráulicos de controle dos níveis potenciométricos no interior da mina, especialmente após o fechamento da mesma.

Para verificação da independência dos aquíferos, recomenda-se a instalação de uma rede de piezômetros multi-níveis no entorno e no interior da Mina Rio Pio, antes do inicio da operação da mesma. O conhecimento prévio das cargas hidráulicas dos aquíferos é uma informação importante para tomadas de decisões envolvendo possíveis conflitos socioambientais.

Também é crucial que todos os controles e monitoramentos apresentados neste estudo sejam implantados concomitantemente a implantação do



empreendimento o que se mostra crucial que os benefícios planejados e medidos se sobressaiam aos impactos negativos locais.

De acordo com as necessidades preestabelecidas para este EIA, tendo como foco verificar os possíveis impactos ambientais relacionados ao processo de implantação, de operação e desativação da Mina Rio Pio e as formas de mitigação e compensação para o licenciamento ambiental da atividade junto a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FATMA.

O diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico associado às características técnicas e de operação da mina e o monitoramento serviram como base para a determinação dos principais impactos ambientais e suas magnitudes.

Como principais impactos positivos foram identificados à melhoria da qualidade de vida para a população essencialmente local, repasse royalties aos superficiários, aumento das receitas governamentais e a melhoria da infraestrutura local.

Por outro lado foram determinados como principais impactos negativos a geração de efluentes ácidos e resíduos além dos transtornos ao ambiente local. Para controlar e minimizar as possibilidades de ocorrência destes é importante a implantação e a otimização das ações propostas nos projetos e nos planejamentos, além da continuidade de todos os programas propostos para controle de cada impacto ambiental, bem como da realização dos monitoramentos propostos.

Assim considerando que todas as ações e controles propostos sejam realizados os impactos positivos relacionados à geração de emprego e renda, a possibilidade de aumento da geração de energia e royalties, bem como a melhoria da situação ambiental local com as compensações propostas.

Como sugestão para o futuro, considerando os resultados das entrevistas junto à comunidade relacionados aos repasses da CEFEM e outras compensações, sugere-se a realização de ações de pavimentação locais, salientando-se que outras medidas compensatórias podem ser determinadas pelo órgão ambiental responsável.



10. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA E DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS PELO ESTUDO

O presente Estudo de Impacto Ambiental foi elaborado pela empresa ASAVI Engenharia e Consultoria Ambiental, envolvendo sua equipe técnica multidisciplinar, tendo como responsáveis o Engenheiro Florestal Andrei Ramos Savi, o Engenheiro Ambiental Ademar Savi Filho, o Engenheiro Agrimensor Jonathan Jurandir Campos, o Geólogo Clovis Norberto Savi e a Bióloga Amanda da Silva Lucio Savi, os quais subscrevem,

Eng. Florestal Andrei Ramos Savi
CREA-SC 072058-2.

Eng. Ambiental Ademar Savi Filho
CREA-SC 060659-3.

Eng. Agrimensor Jonathan Jurandir Campos, Msc
CREA-SC 110271-9.

Eng. de Minas Claudio B. Zilli
CREA-SC 14614-0.

Bióloga Amanda da Silva Lúcio
CRBio 69338/03-D

Geólogo/ Eng. de Segurança Clovis Norberto Savi
CREA-SC 12214-9

--

Academico de Eng. Civil/Geografia
Joao Gustavo Ramos Rodrigues



11. BIBLIOGRAFIA

ALLEANZA PROJETOS E CONSULTORIA LTDA. **Projeto Básico de Dragagem Praia do Rincão**. Joinville, 2010.

ALMEIDA, D.S. **Recuperação Ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000.

AZAMBUJA, D. Fichas dendrológicas comerciais e industriais de madeiras brasileiras -Pinheiro Brasileiro. **An. Bras. Econ. Flor.**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 365-367, 1948.

BARROS, P.L.C. & MACHADO, S.A. 1980. **Aplicação de Índices de dispersão em Espécies de Florestas Tropicais da Amazônia Brasileira**. FUPEF, Curitiba. Série Científica Nº 1.

CARBONÍFERA CRICIÚMA. **PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**. Unidade Mineira VI – Santa Rosa – Lauro Muller.

CITADINI-ZANETTE V. & BOFF, V.P. **Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil**. SEMA. Florianópolis. 1992.

DBM Engenharia. **Estudo de Impacto Ambiental - Implantação de Uma Fábrica de Celulose em Três Lagoas**. Florestal Investimentos Florestais S/A – Projeto Eldorado. Três Lagoas.

FILFILI, J. M. & VENTUROLI, F. 2000. **Tópicos em Análise da Vegetação**. UNB, Brasília. Comunicações Técnicas Florestais, v. 2, nº 2.

FILGUEIRAS,S.T., BROCHADO, A.L., NOGUEIRA, P.E., GUALA IIG.F., **Caminhamento – Um Método Exedito para Levantamento Florísticos Qualitativos**. IBGE, Rio de Janeiro, 1994.

GALVÃO, F. s/d. **Métodos de Levantamento Fitossociológico** Apostila. Curso de Engenharia Florestal, UFPR.

IBAMA, **Manual de Recuperação de Áreas Degradadas Pela Mineração: Técnicas de Revegetação**. Brasília: IBAMA,1990.

IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**.Série manuais técnicos em geociências, número 1. Rio de Janeiro.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: 1992. 92p. (Manuais Técnicos de Geociências, n.1).

IBGE, **Manual Técnico de Pedologia**. Brasília: IBGE.

KLEIN, A. S. CITADINI-ZANETTE, V. SANTOS, R. **Florística e estrutura comunitária de restinga herbácea no município de Araranguá, Santa Catarina**. Revista Biotemas, 20, 2007.

KLEIN, R.M. 1979-1980. **Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí**. Sellowia31-32: 9-389.



KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro-brasileiro. **Sellowia**, Itajaí, v. 12, n. 12, p. 17-48, 1960.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990. p. 113-150.

LEMONS R.C. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Campinas: SBCS, 1996.

LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; MOSCOVICH, F. A.; CALEGARI, J.; CALDATO, S. L. Caracterização fitossociológica de uma Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. In: CONGRESO FORESTAL ARGENTINO Y LATINOAMERICANO, 2., 1997, Posadas (Misiones). **Anales...** Posadas (Misiones), 1997. s/p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998.

MONTEIRO, M. A.; **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Ararangua**. Florianópolis: 2007. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

NRCS Riparian Forest Buffer. Seattle: USDA-NRCS-Watershed Science Institute, 1997. (Disponível em <<http://www.wcc.nrcs.usda.gov/>> Acesso em 17 de janeiro de 2011.)

OYAKAWA, O. T. *et al.* **Peixes de Riachos da Mata Atlântica nas Unidades de Conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo**. São Paulo: Neotrópica, 2006.

RAMBO, Pe R. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Livraria Selbach, 1956. 456p.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.L. (eds.) **Matas ciliares: conversação e recuperação**. São Paulo: EdUSP, 2000. 320p.

ROMANSINI, S.R. M.; **O catador de resíduos sólidos recicláveis no contexto da sociedade moderna**. Criciúma : Ed. do autor, 2005. 69 f. : il. ; 30 cm. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005.

SCHORN, Lauri Amandio. **Fitossociologia**. Apostila do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Regional de Blumenau. Centro de Ciências Tecnológicas, FURB. 2001.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DE SANTA CATARINA. Disponível em: <www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/baixararquivo.jsp?id=116...3-4.pdf> Acesso em junho de 2014.

TEIXEIRA, M. B., COURA-NETO, A. B., PASTORE, U. & RANGEL-FILHO, A. L. R. 1986. **Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos - Estudo fitogeográfico**. Pp: 541-620. In: *Levantamento de Recursos Naturais*. v.33, Rio de Janeiro: IBGE.



VELOSO, H.P.; & L. GÓES-FILHO. 1982. **Fitogeografia brasileira**. Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASL (sér. vegetação) (1):3-79.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 1991.



ADENDOS

**QUESTIONÁRIOS DE ENTREVISTAS COM OS MORADORES
LOCAIS**

**ARTs DOS RESPONSÁVEIS PELO ESTUDO DE IMPACTO
AMBIENTAL**

MAPAS TEMÁTICOS

FCA - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE ATIVIDADE – IPHAN



ANEXOS

BASES CARTOGRAFICAS E MAPAS TEMÁTICOS